

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Факультет електроніки

(повна назва інституту/факультету)

Акустичних та мультимедійних електронних систем

(повна назва кафедри)

"До захисту допущено"

Завідувач кафедри



С.А. Найда

(ініціали, прізвище)

“ 01 ” червня 2020 р.

Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності (спеціалізації) 171 Електроніка (Електронні та
інформаційні системи і технології телебачення, кінематографії та звукотехніки)

(код і назва)

на тему: «Особливості запису окремих натуральних джерел звукових
сигналів в залежності від жанру створюваної програми»

Виконала: студентка IV курсу, групи ДВ-61

(шифр групи)

Комлєва Поліна Максимівна

(прізвище, ім'я, по батькові)



(підпис)

Керівник ст. викл Гребінь О.П.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)



(підпис)

Консультант

(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент Начальник департаменту контролінгу та звітності
ТОВ «лайфселл», Масалітіна С.І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)



(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент



(підпис)

Київ – 2020 року


**Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені І. Сікорського"**

Інститут (факультет) Факультет електроніки
(повна назва)

Кафедра Акустичних та мультимедійних електронних систем
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність
(спеціалізація) 171 Електроніка (Електронні та інформаційні системи і технології телебачення, кінематографії та звукотехніки)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
 С.А. Найда
(ініціали, прізвище)
" 01 " червня 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту**

Комлева Поліна Максимівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Особливості запису окремих натуральних джерел звукових сигналів в залежності від жанру створюваної програми

керівник роботи Гребінь Олександр Павлович, ст. викл.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від "25" травня 2020 р. №1196-с

2. Термін подання студентом роботи 01 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи натуральні звукові джерела: флейта, гітара, барабани, програмне забезпечення студій: Ableton Live, FL Studio, Apple Logic Pro X, Cubase, Adobe Audition., фортепіано; електромюзичні інструменти: орган Хаммонда, електропіаніно, електрогітара; стилі музики: рок-музика, електронна танцювальна, класична; програмне забезпечення студій: Ableton Live, FL Studio, Apple Logic Pro X, Cubase, Adobe Audition.

4. Зміст роботи Зазначити акустичні характеристики натуральних та студій електромюзичних інструментів, визначити акустичне обладнання звукозапису та їх розміщення, виявити особливості звучання музики в залежності від жанру та технічні складові, розглянути програмне забезпечення студій звукозапису.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо) презентація з наведеними результатами аналізу.

6. Консультанти розділів роботи*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 13 квітня 2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання першого розділу	8.05.2020	
3	Написання другого розділу	30.05.2020	
4	Написання третього розділу	10.05.2020	
5	Підготовка матеріалів до друку та оформлення пояснювальної записки	1.06.2010	
6	Підготовка та оформлення презентації для доповіді	6.06.2020	

Студент



(підпис)

П. М. Комлєва

(ініціали, прізвище)

Керівник роботи



(підпис)

О. П. Гребінь

(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломної роботи.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 69 с., 2 табл., 19 рис., 31 джерел.

**НАТУРАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЗВУКУ, ЖАНР ПРОГРАМИ, ЗВУКОЗАПИС,
ЕЛЕКТРОМУЗИЧНІ ІНСТРУМЕНТИ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.**

Об'єктом дослідження є натуральні, електромузичні інструменти та особливості їх запису.

Метою роботи є аналіз акустичних характеристик інструментів та процеси їх запису.

Метод дослідження – досліджено запис натуральних та електричних інструментів в залежності від стилю музики та акустичного обладнання.

Галузь застосування: студії звукозапису, концертні зали.

ABSTRACT

69 pp., 2 tab., 19 figures, 31 sources.

NATURAL SOURCES OF SOUND, GENRE OF THE PROGRAM, SOUND RECORDING, ELECTROMUSICAL INSTRUMENTS, SOFTWARE.

The object of research are natural, electromusical instruments and features of their recording.

The aim of the work is to analyze the acoustic characteristics of instruments and their recording processes.

Research method - the recording of natural and electric instruments depending on the style of music and acoustic equipment was studied.

Field of application: recording studios, concert halls.

As a result of the thesis, the recording of natural and electric instruments depending on the style of music and acoustic equipment was studied.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 АКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАТУРАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЗВУКУ ТА ЕЛЕКТРОМУЗИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ	9
1.1 Натуральні музичні інструменти.....	9
1.1.1 Акустика духових музичних інструментів	10
1.1.2 Акустика ударних інструментів	13
1.1.3 Акустика струнних інструментів	17
1.1.4 Акустика фортепіано.....	20
1.2 Голосовий апарат людини як натуральне джерело	23
1.3 Електромузичні інструменти	26
1.3.1 Орган Хаммонда.....	26
1.3.2 Електропіаніно (Rhodes Piano)	27
1.3.3 Електрогітара та формування ефектів за допомогою електронних засобів	28
Висновки до розділу	32
2 СТРУКТУРА ОБЛАДНАННЯ СТУДІЇ ЗВУКОЗАПISУ	33
2.1 Акустичне облаштування студій звукозапису.....	33
2.2 Розміщення технологічного обладнання в студії	34
2.3 Особливості встановлення мікрофонів в студії для запису акустичних джерел.....	36
2.4 Особливості запису електронних джерел в студії	38
Висновки до розділу	40
3 ОСОБЛИВОСТІ ЗВУЧАННЯ МУЗИКИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЖАНРУ ТА СТИЛЮ	41

3.1 Характеристика та технічна складова рок-музики	43
3.2 Характеристика та технічна складова електронної танцювальної музики	48
3.3 Характеристика та технічна складова класичної музики.....	49
Висновки до розділу	52
4 ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗВУКОЗАПИСУ	53
4.1 Програмне забезпечення студій звукозапису	53
4.2 Багатоканальні віртуальні студії	53
4.3 Програми для аранжування та композиторів.....	54
Висновки до розділу	60
ВИСНОВКИ	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	62
ДОДАТОК А THE SUMMARY	65

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НЧ	—	нижні частоти;
АЧХ	—	амплітудно-частотна характеристика;
ККД	—	коефіцієнт корисної дії;
ФВЧ	—	фільтр верхніх частот;
ПЗ	—	програмне забезпечення;
MIDI	—	Musical Instrument Digital Interface;
DAW	—	Digital Audio Workstation;
ORTF	—	Office de Radiodiffusion Télévision Française;
NOS	—	Nitrous Oxide System;
PZM	—	Pressure Zone Microphone;
ORTF	—	Office de Radiodiffusion Télévision Française;

ВСТУП

Актуальність дослідження. Винахідливість звукорежисерів під час створення звукових ефектів свідчить про те, наскільки суб'єктивним є наше сприйняття звуку і наскільки міцно воно залежить від зображення, яке ми бачимо. На поточний момент існує безліч різних методів і алгоритмів, які дозволяють обробити людську мову і отримати інформацію про характеристики звукового сигналу. Для вибору оптимального рішення, в умовах розв'язуваної задачі розпізнавання звукових сигналів, необхідно розглянути кілька варіантів рішення.

Світ домашніх розваг досить різноманітний і може включати в себе: перегляд кіно на хорошій домашній кіно-системі; захоплюючий ігровий процес або прослуховування музичних композицій. Як правило, кожен знаходить щось своє в цій області, або поєднує все відразу. Але якими б не були цілі людини по організації свого дозвілля і в яку б крайність не вдаряти - всі ці ланки міцно пов'язані одним простим і зрозумілим словом - "звук".

В дипломній роботі були зазначені акустичні характеристики натуральних та електромузичних інструментів, особливості їх запису у приміщеннях, зокрема в студіях, розглянуто акустичне облаштування студій звукозапису та особливості встановлення мікрофонів, розглянуто програмне забезпечення студій звукозапису та приклади музичних програм для аранжування та створення композицій.

Цю роботу доцільно використовувати в навчальних планах, для здобуття знань та практичних навичок і розумінь в області акустики та звукозапису.

Також ця робота корисна для людей, які хочуть працювати в студіях звукозапису і недостатньо розуміються в функціональних властивостях різних музичних жанрів.

1 АКУСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАТУРАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЗВУКУ ТА ЕЛЕКТРОМУЗИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

1.1 Натуральні музичні інструменти

Однією з основних завдань музичної акустики є вивчення процесів створення звуків музики й мови. Протягом століть джерелом таких звуків служили музичні інструменти і голос. У XX столітті з'явилися і почали дуже активно розвиватися нові електронні джерела музичних і мовних звуків, в тому числі електромозичні інструменти, електроакустична звуковідтворююча апаратура, електронні пристрої (синтезатори, семплери, секвенсори і ін.) [1].

Акустика музичних інструментів має дуже довгу історію, проте в даний час вона переживає особливий етап. Розвиток комп'ютерних технологій дозволило перейти до нового методу синтезу музичних звуків, а саме до технології створення комп'ютерних фізичних моделей музичних інструментів. Класичний музичний інструмент можна розглядати як «механічно-акустичний перетворювач, в якому під дією зовнішніх сил відбуваються вібрації пружних тіл і випромінювання звуку в навколишній простір» [1, 27].

Склад музичного інструменту включає в себе наступні основні елементи (хоча серед величезного різноманіття музичних інструментів ці елементи не завжди можуть бути чітко виділені):

— генератор (збудник коливань) — система для передачі енергії озвученому тілу і збудження в ньому коливань [1, 27]. Пристрій і форма генераторів видозмінюються в залежності від природи тіла, іноді використовуються досить складні механізми (клавішний механізм і молоток рояля, повітродувний механізм в органі, дихальний апарат людини та ін.);

— вібратор — основна частина інструменту, в якій порушуються коливання. У деяких інструментах випромінювання звуку відбувається безпосередньо від вібратора (наприклад, мембрана барабана, пластинки ксилофона, оболонка дзвонів і ін.), В інших за допомогою додаткових пристроїв-резонаторів (наприклад, у скрипки, рояля та ін.);

— резонатор (підсилювач) — пристрій, призначений для посилення звуку і використовується в тих випадках, коли віддача енергії безпосередньо від вібратора в повітряне середовище занадто мала. У більшості випадків це відбувається, коли вібратор має маленьку поверхню (площа або об'єм), тому не може викликати зсув досить великої кількості частинок повітря і, отже, забезпечити необхідний рівень звукового тиску в середовищі. У таких випадках коливання тіла повинні бути передані іншому тілу, що має більшу поверхню або обсяг і здатному забезпечити випромінювання досить великого рівня акустичної енергії в навколишній простір (наприклад, резонансні деки рояля, гітари, скрипки і ін.) [1, 27].

1.1.1 Акустика духових музичних інструментів

Духовими музичними інструментами (або аерофон) називається «клас інструментів, у яких джерелом звуку служать коливання повітряного стовпа». Система звукоутворення духових інструментів відрізняється рядом особливостей, а саме: оскільки випромінювання звуку відбувається за рахунок коливань стовпа повітря в трубах різного перетину, інерція якого дуже мала, загасання одиничного збудження (поштовху, імпульсу) буде відбуватися майже миттєво. Для того щоб з духового інструменту можна було витягувати музичні звуки, треба підводити до нього енергію протягом певного часу у вигляді стислого під деяким тиском повітря (в формі ритмічних імпульсів) — тоді, в обсязі повітря, що наповнює духовий інструмент, виникає тривалий автоколивальний процес [28].

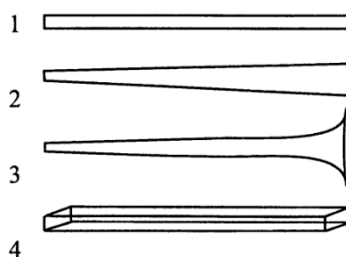


Рисунок 1.1 Труби різного перетину, що використовуються в музичних інструментах:

1 — циліндричні, 2 — конічні, 3 — експоненціальні, 4 — призматичні [1].

Флейта.

Конструкція: сучасна поперечна флейта складається з трьох частин: головна частина (головка, 1) з амбушурним отвором (дульцем, 2) і пробкою (3); основна частина (середнє коліно, 4) з більшістю робочих отворів і клапанів (5); кінцева частина (нижнє коліно, 6) з отворами і клапанами для правої руки (7). З'єднання головної і основної частин зроблено рухомим, щоб можна було підлаштовувати інструмент. Загальна довжина трубки 605-616,5 мм, діаметр відкритого кінця 19 мм. Трубка майже циліндрична, внутрішній діаметр трубки у закритого кінця приблизно 16,6 мм, потім він поступово розширюється до виходу до 19 мм. Це робиться для того, щоб злегка підняти другу гармоніку, т. я. наявність амбушурного отвору її знижує. Пробка з гвинтом (3) у закритого кінця встановлена для підбору довжини вузької порожнини між отвором і пробкою [1].

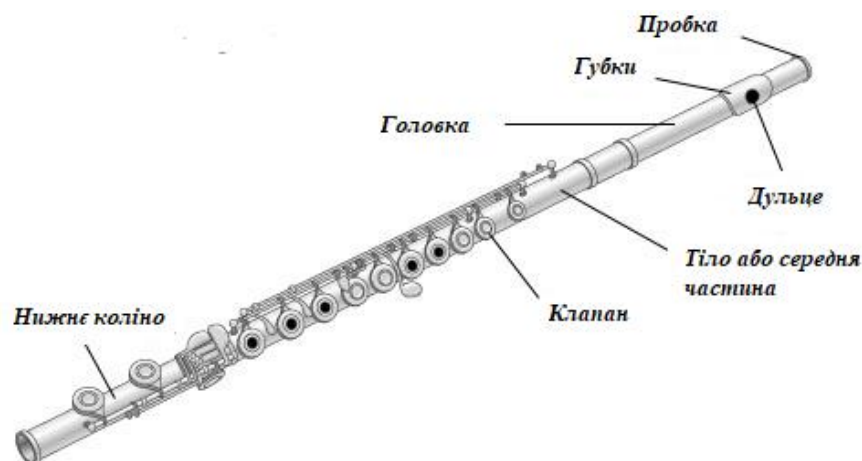


Рисунок 1.2 Конструкція поперечної флейти

Акустичні характеристики

Частотний діапазон звучання великої концертної флейти становить: для основних тонів від 246,94 Гц до 2489,02 Гц, проте ноти нижче С4 і вище С7 важко витягуються, тому зазвичай використовується діапазон від 261,6 Гц до 2093,0 Гц. При виконанні на досить гучному рівні повний частотний діапазон за рахунок обертонів має верхню межу приблизно до 6 кГц. Для флейти-піколл основний діапазон становить 587,3 Гц — 4186 Гц [1]. Характерною особливістю флейти

є плавний спад амплітуд парних і непарних гармонік щодо амплітуди основної частоти.

Динамічний діапазон становить 25 дБ на низьких і 10 дБ на високих частотах. Максимальний рівень для низьких нот досягає 75 дБ, для високих нот — 85 дБ (на відстані 9 м від інструменту). Тихі рівні зростають від 50 дБ для низьких тонів до 75 дБ для високих [1].

Перехідні спотворення: час атаки звуку у флейти найдовший серед групи дерев'яних інструментів. Тривалість наростання звуку зменшується з підвищенням тону від 100 мс до 30 мс. Форма атаки і спаду гладка, однак процес вступу обертонів характеризується початковим появою високих компонент (через шумів вдування) і так званих «попередніх» тонів, обумовлених тим, що крайові тони збуджують на початку процесу атаки більш високі обертони. Тривалість цих високих тонів під час атаки досягає приблизно 50 мс.

Коефіцієнт корисної дії цього інструменту низький, менше 1%, гра на флейті вимагає великого обсягу повітря при неекономічному витрачання його [1].

Характеристика спрямованості залишається досить широкою до високих частот, тобто діаметр вихідного отвору малий у порівнянні з довжиною хвилі. Є досить значне випромінювання від амбушурними отворами і від відкритих бічних отворів, які починають випромінювати з частоти близько 2 кГц.

Тембр звучання флейти чистий, світлий, прозорий в середньому регістрі, що переходить в різкі свистячі звуки в високому регістрі [1].

Кожен з духових інструментів має свою власну спрямовану область випромінювання. На противагу мідним, дерев'яні духові інструменти, що використовують пальці або клапани отворів, в дуже малому ступені залежать від вихідного розтруба: основне випромінювання звуків походить від перших кількох відкритих отворів. У цьому випадку існує значна свобода для побудови балансової структури. Як правило мікрофон, розташований трохи попереду і зверху над гравцем, дає цілком задовільний баланс.

У присутності інших секцій оркестру, для духових інструментів велике значення має наявність супроводжуючих відтінків (на початку ноти), які надають

певний характер звучання і допомагають слухачеві зорієнтуватися в типі інструменту. Це особливо виразно звучить в придихальних тонах флейти. Такі звуки повинні бути досить зрозумілими, але, разом з тим, не сильно вираженими. Чим ближче здійснюється баланс, тим більше пропорція таких звуків в загальній масі основного звучання. При прослуховуванні концертного виконання на звичайних відстанях від сцени, різкі і уривчасті кордону звучання нот згладжуються і стають менш помітні для аудиторії [1].

Звук флейти з відстані близько метра, нагадує звучання духового інструменту разом з «шиплячим риком» виконавця. Тому, при близьких балансах іноді рекомендується встановлювати мікрофон позаду голови флейтиста, щоб без шкоди для звуку, що виходить з іншого кінця інструменту, усунути високочастотні шуми і різкі тони, які виходять з рота музиканта. В інших випадках застосовується головний пристрій, що несе мініатюрний мікрофон, який спрямований повз амбушюру до верхніх отворів [4].

1.1.2 Акустика ударних інструментів

Ударні інструменти — особлива група музичних інструментів, в яких звук витягується (генерується) ударом або близьким до нього рухом.

Барабани (Bass-drum, snare drum та ін.) інструменти, які не настроюються, дають глухі звуки невизначеної висоти. Є величезне різноманіття барабанів різної конструкції, значно різняться за своїми акустичними параметрами: індійські, латиноамериканські та ін [1].

Необхідно відзначити, що хоча більшість з них відноситься до інструментів, які не настроюються, гра на деяких барабанах дає досить чітке відчуття висоти тону. Наприклад, барабани типу табла мають на верхній мембрані вставку з більш щільного матеріалу, що дозволяє зрушити спектр власних частот мембрани і зробити його близьким до гармонійного ряду (звук виходить бочкоподібний, але з чітко вираженою висотою тону).

Великі концертні барабани (Bass-drum) мають діаметр від 610 до 920 мм, висоту корпусу (кадла) 400—500 мм. На великих барабанах грають стукалками з кулястим або циліндричним наконечником, обтягнутим повстю або гумою. Як матеріал корпусу використовуються дерево, метал, пластмаса.

Барабани мають циліндричний корпус з натягнутими на нього верхній і нижній мембранами, тобто корпус не має жорсткої задньої стінки і тому не створюються умови для освіти резонансних коливань всередині корпусу [1].

Акустичні характеристики

Діапазон відтворюваних частот становить 50-2000 Гц, максимальна енергія в діапазоні до 300 Гц, спектр має шумовий характер. Динамічний діапазон досягає 75-80 дБ, загальна акустична потужність може досягати 20 Вт (це також один з найгучніших інструментів оркестру). Перехідні процеси: час атаки — 10 мс, час загасання досить велика — 0,2-1 с (в залежності від сили і місця удару може тривати до 3 с) [1, 29].

Характеристика спрямованості барабана. Оскільки звук випромінюється від обох мембран, то характеристика спрямованості має двонаправлений характер. Тембр звучання великого барабана низький, глухий, тривалий. При ударі у краю барабана звук виходить вище і більш сухий.

Малі барабани (Snare drum) — мають діаметр 320-450 мм, висоту 75-270 мм. Усередині корпусу у них часто натягнуті через нижню мембрану шнури — 2-4 струни (жильні, шовкові з вплетеною мідної або срібною канителлю або металеві спіральки), які створюють специфічний шумовий ефект [1].

Ступінь взаємодії мембрани і шнурів залежить від маси і натягу мембрани. При досить великій амплітуді зміщення нижньої мембрани в певні періоди коливань порушується контакт мембрани і шнурів, при зворотному русі мембрана вдарається по ним, створюючи характерний тріскучий звук.

Чим більше сила натягу шнурів, тим більше повинна бути амплітуда коливання мембрани, щоб вийшов чутний удар. Відстань між мембраною і шнурами може регулюватися. Для цих барабанів використовуються жорсткі палички (з палісандрового або ебенового дерева), що сприяє появі високих

обертонів в спектрі і більш «жорсткого» тембром звучання. Особливий ефект досягається при використанні металевих щіток [1].

Акустичні характеристики

Діапазон відтворюваних частот становить 80-10000 Гц, основна енергія в області 200-1000 Гц. Спектр звуку у шнурових барабанів значно зміщується в бік високих частот в порівнянні з великими (басовими) барабанами [1, 29].

Динамічний діапазон становить 60 дБ, максимальна вихідна потужність 12 Вт. Перехідні спотворення: час атаки — 7 мс, час загасання 0,2-0,4 с (спад на 30 дБ). Характеристика спрямованості має такий же характер, як і у великих барабанів. Тембр — сухий, тріскучий, його можна варіювати за рахунок зміни відстаней між шнурами і нижньої мембраною і зміни сили удару [29].

Установка мікрофона на великий барабан

Як правило, установка окремого мікрофона необхідна для додання глибини і потужності загального звуку барабанної установки. Найчастіше звукорежисери уникають використання конденсаторних мікрофонів для запису великого барабана. Це пояснюється частотним спектром і умовами розташування даного інструменту в сеті.

Застосування динамічного мікрофона без будь-яких послаблень амплітудно-частотної характеристики в НЧ частини спектра є розумним рішенням. Досить поширена помилка — використання тут вокальних мікрофонів, так як амплітудно-частотна характеристика часто змінюється виробником, щоб поліпшити складову розбірливість. Конденсаторні мікрофони з широкою діафрагмою і вокальні динамічні мікрофони часто мають підйом АЧХ в розділі 2,5-4,5 кГц і суттєві послаблення низьких частот від 150 Гц і нижче. Провідні виробники випускають динамічні мікрофони, призначені виключно для запису великого барабана [1].

Який би мікрофон ви не вибрали, важливо уникати його розташування в центрі барабана, так як баланс гармонік і багатство НЧ складових спектра інструменту розташовується ближче до краю [3].

Звукорежисер завжди шукає ідеальне положення мікрофона, перш ніж почне коригувати амплітудно-частотний спектр за допомогою еквайзера.

Установка мікрофона на малий барабан

Динамічний мікрофон невеликого розміру є прекрасним вибором для запису малого барабана. У класичному варіанті трансд'юсер встановлюється близько до краю, над інструментом на відстані 3-4 сантиметрів. Для отримання якісного звуку мікрофон не повинен стосуватися барабана. Беручи до уваги близькість до хай-хету, необхідно упевнитися, що відсутні задування.

Для мінімізації звуку хай-хета іноді застосовують мікрофони з суперкардіоїдною характеристикою спрямованості. Розташування мікрофона по центру над інструментом є поширеною помилкою. По-перше, установка мікрофона ближче до краю зводить до мінімуму можливість випадкового удару по ньому барабанными паличками під час гри. По-друге, малий барабан, демонструє велику кількість гармонік і обертонів поруч з краєм інструменту, а передача багатства тембру є головним завданням звукорежисера.

Ще однією, необов'язковою, але цікавою с творчої точки зору опцією — є установка другого динамічного мікрофона знизу інструменту. Це дозволить звукорежисеру отримати ще один тональний засіб виразності при записі малого барабана. У разі застосування цього прийому необхідно переключити полярність нижнього мікрофона по відношенню до поверхні верхнього, так як діафрагми двох мікрофонів рухаються в різних напрямках під час запису. При установці мікрофонів на малий барабан, потрібно враховувати близькість хай-хета. Необхідність мікрофона на хай-хет, як правило, пояснюється бажанням отримати більший контроль над його гучністю і тембром. У цьому випадку рекомендую розташовувати конденсаторний мікрофон над верхньою тарілкою хай-хета на відстані 20-25 сантиметрів.

1.1.3 Акустика струнних інструментів

Струнні інструменти грають величезну роль у розвитку музичної культури протягом усієї її багатовікової історії. Вони складають основу сучасних симфонічних оркестрів, широко використовуються в народній музиці, рок-музиці та інших видах музичного мистецтва. У струнних інструментах існують елементи для видобування звуку, такі як: генератор - це збудник коливань, за допомогою якого м'язова енергія передається рухом смичка, щипком або ударом молоточка; вібратор - це натягнуті струни інструменту, що коливаються (скрипки, гітари, арфи, роялю і ін.); резонатор – це підсилювач для коливань, наприклад корпус з повітрям усередині (гітара, скрипка, арфа та ін.). Струнні інструменти зазвичай поділяються на такі групи:

- смичкові — скрипки, альти, віолончелі, контрабас, а також народні інструменти;
- щипкові — гітари, арфи, мандоліни, клавесини і численні народні інструменти: балалайки, домри, гуслі, бандури та ін.;
- ударні (клавішні) — фортепіано [1].

Гітара

Сьогодення більш широке поширення мають такі типи акустичних гітар: класичні; фолк-гітари (flattop) з плоскою верхньою декою, сталевими струнами і збільшеним корпусом (на їх основі були створені великі естрадні гітари типу «дредноут» і типу «джамбо»; і джазові гітари з арочною верхньою декою (archtop), мають сталеві струни, вигнутий корпус і отвори.

Розглянемо більш детально на конструкцію гітари. Класичні гітари можна поділити так:

за кількістю струн — шестиструнні, семиструнні, дванадцятиструнні;

за строем — прими, терцієві, квартові, квінтові;

по застосуванню—концертні, домашні та ін. [1].



Рисунок 1.3 Різновиди гітар:

а — класична;

б — фолк-гітара;

в — джазова

Акустичні характеристики

Частотний діапазон становить 82,4 Гц-1046,5 Гц, з урахуванням обертонів до 9 кГц, форманти в області 100-140 Гц, 200-280 Гц. Основна енергія спектра зосереджена в діапазоні 100-1000 Гц. Динамічний діапазон становить близько 20 дБ. Перехідні процеси: короткий час атаки (10-50 мс) і тривалий час спаду (до 0,2-1 с). Час перехідних процесів залежить від напрямку прикладання сили від струни на підставку.

Характеристика спрямованості гітари. На частотах 100-200 Гц випромінювання не спрямоване, на частоті 367 Гц характеристика має дипольний характер, на частоті 436 Гц — квадрупольний, на більш високих частотах енергія випромінюється в передній півплощині, за аналогією зі скрипкою [1].

Запис гітари

Спочатку вибираємо мікрофон. Багато людей віддають перевагу мікрофон, призначений спеціально для запису гітарних кабінетів, наприклад Sennheiser e906.

Далі йде позиціонування. Почнемо з розміщення мікрофона проти шафи, зверненого до конуса. Звідти експериментуємо з невеликими налаштуваннями відстані та кута.

Ще одна методика полягає в перестановці самого підсилювача:

- нахил його, щоб мінімізувати скасування фази від дзеркальних стін
- розміщуючи його на стояку для усунення акустичного зчеплення з підлогою
- змінюючи розташування своєї кімнати, щоб змінити атмосферу.

Далі, позиціонування.

Починаємо з мікрофона приблизно за 30см від гітари, вказуючи на 12-й лад. Звідти експериментуємо з невеликими змінами кута та відстані, поки не знайдемо хороший звук.

У другому варіанті ми додаємо інструментальний мікрофон - «олівець», і направляємо його в область 3-5 ладів. Цей мікрофон додасть нам легкості і артикуляції, змішуючи їх по смаку можна отримати набагато більше варіантів звучання, ніж при використанні одного мікрофона.

Наступним варіантом, додамо інструментальний мікрофон, розташований позаду виконавця, і спрямований на нижню деку, нижче рівня ліктя виконавця. Підмішування звуку з цього мікрофона, дозволить виділити низ, зробити його м'якше, об'ємніше.

У гарних звукових приміщеннях перемістіть мікрофон далі назад, щоб захопити більше атмосфери приміщення. У бідних приміщеннях перемістіть його ближче, щоб менше захопити [6].

Останній метод запису гітари, який є комбінацією перших двох. Стереозапис.

Найбільш часто використовуваною системою, для запису інструментів буде система «XY». Встановлена в районі 10-12 лада, дає гарне збалансоване звучання, і стереозображення без всяких перетворень.

Використовувані мікрофони: два направленні мікрофони, зазвичай невеликі діафрагмові конденсатори.

Позиціонування : під кутом між 90-135 градусами, щоб їх капсули збігалися в одній точці. Чим ширший кут, тим ширше стерео-база. Мікрофонна система «MS», так само застосовується досить часто. Точка установки залишається тією ж. Як зазначалося раніше, система дозволяє регулювати ширину стерео-бази. Для використання такої системи, необхідно

використання програмного або апаратного MS-конвертора.

Досить рідко, але все ж застосовуються системи, за типом AB, ORTF, NOS, і їх варіанти. В основному такі системи застосовують для знімання кімнати. Запис інструменту при цьому ведеться більш спрямованими мікрофонами.

Зовсім вже екзотичний варіант — система Blumlein. Встановлені на одній осі два мікрофони з діаграмою «8», дають дуже широке і повітряне звучання, однак для використання такої системи необхідно підготовлене приміщення.

Так само, досить часто використовуються різні комбінації одиночних мікрофонів, стереосистем, а також одиночних мікрофонів зі стереосистемами. Змішування їх сигналів, дозволяє домогтися звучання, яке більше підходить в певній композиції, виділити або приглушити необхідні частоти, розширити звучання або зробити його камерним.

1.1.4 Акустика фортепіано

Фортепіано — це струнний ударний інструмент із застосуванням складного клавішно-молоточкового механізму. Отож, фортепіано одночасно належить до групи струнних інструментів, до групи ударних інструментів, і, крім того, його відносять до групи клавішних інструментів поряд з органом.

Механізм звукоутворення полягає в наступному: механічна енергія при ударі пальцями виконавця по клавіші (механізм генерації) перетворюється за допомогою складної системи важелів (клавішного механізму) в рух молоточка, який б'є по струнах, передаючи їм цю енергію, що призводить до порушення в них коливань; сам він відлітає назад. Коли піаніст піднімає пальці з клавіш, клавішний механізм опускає на струну демпфер; коливання струни досить швидко загасають. Звук від струн слабкий і перестає сприйматися слухом на відстані 3-5 м від інструменту, тому в фортепіано використовується дека (резонатор).

Акустичні характеристики

Частотний діапазон основних тонів фортепіано змінюється від найнижчого тону 27,5 Гц до найвищого 4186 Гц. У низьких регістрах загальний діапазон з урахуванням обертонів досягає 3 кГц, в верхніх регістрах до 10 кГц і вище.

Динамічний діапазон фортепіано досягає 45-50 дБ. Для окремо зіграної ноти динамічний діапазон 35 дБ, найгучніший рівень 85 дБ (на 10 м) і тихий 50 дБ. Зміна гучності робить істотний вплив на зміну спектрального складу звуку і зміна тембру [1].

Перехідні процеси.

У звуках фортепіано переважні в основному нестационарні процеси (атаки і спаду), стаціонарна частина звуку дуже коротка (оскільки після удару молоточком струна і дека знаходяться в режимі затухаючих коливань). Звук складається з короткої атаки і тривалого спаду. В нижніх регістрах час атаки досягає 20-30 мс, в верхніх — 10-15 мс. Для атаки характерно поява шуму до початку встановлення основних обертонів. Цей шум пов'язаний з роботою клавішного механізму, а також з появою поздовжніх коливань басових струн. Звуковий рівень поздовжніх компонентів може бути в початковий момент тільки на 10-20 дБ нижче основного звуку, але вони швидко згасають зі швидкістю 100 дБ / с [1].

Характеристика спрямованості рояля видозмінюється з підвищенням частоти. На частотах вище 500 Гц починає позначатися вплив кришки рояля. При відкритій кришці максимальний рівень випромінювання зосереджений в кутах між 15° і 35° у вертикальній площині, для високих регістрів кут випромінювання зменшується. Різниця в рівнях випромінювання при відкритій і закритій кришці досягає 5 дБ.

Тембр фортепіано володіє величезними можливостями по створенню великого тембрального і динамічного різноманіття звучань. Він відрізняється рядом особливостей, обумовлених нестационарним характером звуку, сильною залежністю спектрального складу від рівня гучності і висоти тону, наявністю шумових компонентів, а також негармонійністю обертонів в спектрі. Ці особливості використовуються в даний час для комп'ютерної ідентифікації інструмента [1].

4 способи запису рояля :

1) Мікрофони знаходяться поза рояля

Ідеально підходить для запису класичної музики, тому що дає хороший баланс звуків деки, відображень від кришки і акустики приміщення. Найприємніше, що баланс ви можете змінювати на свій смак або виходячи із завдань/побажань клієнта. Звук виходить природним і звичним, він компактний і зібраний. Максимально схожий на той звук, який ми звикли слухати в залі.

Плюси. Мікрофони стоять далеко від шумливих механізмів інструменту: демпферів, педалей, клавіш, молоточків.

Мінуси. Якщо акустика приміщення не дуже, то не отримується хороший звук. Від слова зовсім.

2) Мікрофони всередині рояля

Це те, що більшість людей бачать на концертах і на картинках в журналах / Інтернеті. Ідеально підходить для джазу, поп - і рок - музики, для звукопідсилення на концертах. Саме такий звук рояля ми звикли чути в джазі.

Дає дуже близький звук від деки і струн і менше відображень кришки. Близьке положення змушує мікрофон «знімати» шуми, які утворюються в результаті складних поздовжніх і поперечних коливань струн, що робить звук різким і агресивним, іноді здається, що є «потріскування».

Плюси. Мінімальний вплив акустики приміщення, де стоїть рояль. Якщо ми займаємося концертним звукопідсиленням, то звук від моніторів і інших інструментів проникне в мікрофони по мінімуму.

Мінуси. Близько до всіх шумливим механізмам інструменту.

3) Один мікрофон

Все те ж саме, але з одним мікрофоном та, швидше за все, він буде всередині рояля або прямо біля нього. Такий спосіб використовується при нестачі мікрофонів або каналів пульта на концерті або в великих складах (біг-бенд, поп - пісня), коли тембр рояля - не самоціль і не потрібно передавати весь спектр інструменту. Також на концерті в один мікрофон проникне менше сторонніх звуків, ніж в два мікрофони.

4) PZM-мікрофон

Цей спосіб потрібен, коли проходить озвучування концерт, а режисер, який відповідає за відео, проти зайвих стійок в кадрі. Тут виручить pzm. Є багато місць, де його можна закріпити: на кришці, на пюпітрі, на підлозі під роялем, іноді його кріплять до деки [2].

1.2 Голосовий апарат людини як натуральне джерело

Мова і спів створюються за допомогою складного музичного інструменту — голосового апарату, можливості якого людина намагається копіювати століттями, створюючи різні види музичних (перш за все духових) інструментів. Однак досяг вона в цьому вельми відносних успіхів, оскільки людський голос залишається неперевершеним за своїми якостями: тембром, гнучкості, багатогранності, можливості передачі найтонших нюансів звучання та ін.

Мовний сигнал є засобом передачі різноманітної інформації — як вербальної (словесної), так і невербальної (емоційної). Для швидкої передачі інформації в процесі еволюції був відібраний особливим чином закодований і структурований акустичний сигнал [1].

Голосовий апарат є свого роду духовим музичним інструментом. Всі способи здобуття звуку, які є в духових інструментах, використовуються і в процесі мови, проте вони можуть швидко перебудовуватися по наказам мозку і мають найширші можливості, недоступні жодному інструменту.

Мовний сигнал має двоїсту природу. З одного боку, це звичайний акустичний сигнал, який представляє собою процес поширення звукових хвиль. Тому, як і інші акустичні сигнали, мова характеризується певним набором об'єктивних параметрів — залежністю звукового тиску від часу; тривалістю звучання; спектральним складом; місцем розташування джерела в просторі та ін., які викликають певні суб'єктивні слухові відчуття (гучність, висоти, тембру, локалізації, маскування та ін.). З іншого боку, мова призначена для передачі смислової інформації, тому в її акустичних характеристиках містяться спеціальні

фонетичні та семантичні ознаки.

Перш за все мовний сигнал характеризується наступними акустичними параметрами.

Діапазон відтворюваних частот в середньому становить 100- 7000 Гц (для чоловічих голосів 80-5000 Гц, для жіночих 220-7000 Гц). Розрахунок обвідного спектра для звуків української мови дозволяє встановити середньостатистичний розподіл формантних областей по частоті, по амплітуді і по ширині смуги (добротності). Аналіз спектрів дає можливість також розрахувати середнє значення частоти основного тону, яке для української мови становить 139 Гц (чоловіча мова) і 249 Гц (жіноча мова) [1].

Динамічний діапазон: значення динамічних діапазонів мовних сигналів знаходяться в межах 35-45 дБ, значення пікфактора 10-12 дБ.

Тембр мови відрізняється величезним різноманіттям і служить засобом ідентифікації, а також відображає широкий спектр емоційних відтінків.

Якщо в мові основним є перший вид інформації, то в вокальній мові головне завдання полягає в передачі емоційної інформації. «Вокальна мова» означає те ж, що і «спів», але спів — це перш за все музично-естетичний термін («мистецтво співу»); під терміном «вокальна мова» розуміється розгляд процесу співу з акустичних наукових позицій [1].

Процес звукоутворення вокальної мови включає в себе всі основні етапи, які використовуються при створенні звичайної мови: генерацію, фонації (для голосних і дзвінких приголосних), артикуляцію і випромінювання звуку.

Акустичні характеристики вокальної мови (співу) відрізняються від характеристик звичайної мови:

— діапазон відтворюваних частот для основних (фонаційних) частот залежить від типу голосу: бас — 82,4 Гц - 329,6 Гц; баритон — 110 Гц - 415,3 Гц ; тенор — 130,8 Гц - 523,25 Гц; меццо-сопрано — 207,7 Гц - 932,3 Гц; сопрано — 261 Гц - 1046,5 Гц; колоратурне сопрано — 61,6 Гц - 1318,5 Гц.

Діапазон частот з урахуванням обертонів розширюється до 8-10 кГц;

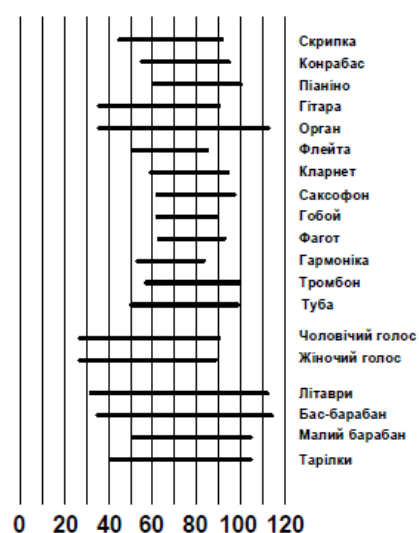
— динамічний діапазон при співі значно ширше, ніж для звичайної мови [30]. Оперні співаки можуть розвивати рівні звукового тиску до 100 дБ / м і навіть до 120 дБ / м; при тому, що тиск може досягати значень 2-3 кПа, ККД збільшується. Динамічний діапазон при цьому розширюється до 70 дБ. В середньому динамічний діапазон для вокальної мови становить 50-60 дБ;

— перехідні процеси істотно залежать від виду атаки («жорстка» або «м'яка») і способу звукоутворення [30]. В середньому час атаки може змінюватися від 30 до 300 мс;

— характеристика спрямованості змінюється зі збільшенням частоти аналогічно зміні для мовного сигналу;

— тембр вокальної мови володіє величезною емоційною виразністю і можливостями [30].

Динамічні діапазони
музичних інструментів



Розподіл рівнів акустичної потужності
для різних груп інструментів

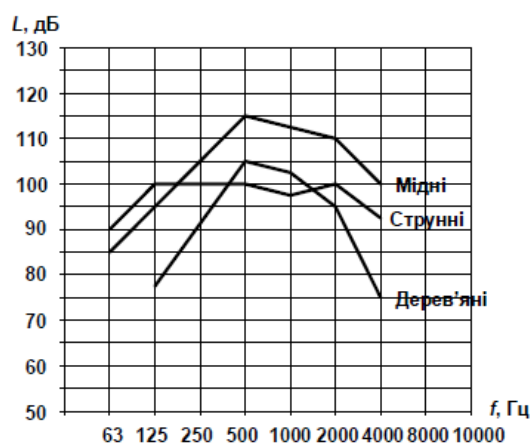


Рисунок 1.4 Акустичні характеристики інструментів

Таблиця 1.1 Порівняльна таблиця акустичних характеристик інструментів та інших джерел

Інструмент та інші джерела звуку	Частотний діапазон	Динамічний діапазон
Флейта	246,94 Гц – 2489,02 Гц	10 дБ – 25 дБ
Барабани	50 Гц – 2000 Гц	75 дБ – 80 дБ
Гітара	82,4 Гц – 1046,5 Гц	20 дБ – 55 дБ
Фортепіано	27,5 Гц – 4186 Гц	45 дБ – 50 дБ
Мова	100 Гц – 7000 Гц	35 дБ – 45 дБ
Вокальна мова	Бас: 82,4 Гц – 329,6 Гц Сопрано: 261 Гц – 1046,5 Гц	50 дБ – 60 дБ

1.3 Електромузичні інструменти

1.3.1 Орган Хаммонда

Орган Хаммонда, винахідником якого є Лоуренс Хаммонд, — найпопулярніший серед електричних органів. Він являє собою електромеханічний музичний інструмент принцип дії якого полягає в наступному: синхронний електродвигун приводить в обертання вали з закріпленими на них зубчастими колесами. Кожне колесо обертається в поле постійного стрижневого магніту з намотаною провідною котушкою.

Коливання магнітного поля, що виникають при цьому, приводять до появи в котушці змінного електричного струму, частота якого залежить від швидкості обертання колеса і кількості зубців на ньому. Отриманий електричний сигнал подається на ламповий підсилювач і потім на гучномовець. Музичні тони різного тембру утворюються за допомогою «адитивного» синтезу, для чого до кожної за допомогою спеціальної системи перемикачів на механічних тязі підключаються кілька генераторних коліс. Це дозволяє змішувати синусоїдальні звуки в різних комбінаціях та отримувати різні тембри звучання, що імітують звуки духового органу.

Спочатку планувалося, що електромеханічним органом зацікавляться невеликі церкви, які не мають можливості встановити у себе справжні органи. Але доля розпорядилася інакше, і орган Хаммонда припав до душі спочатку

Звук Rhodes Piano рідко використовувався в творчості музикантів без додаткової обробки. Зазвичай застосовувалися процесори, що створюють такі ефекти, як амплітудна модуляція, хорус, вау-вау, дисторшн, всілякі затримки та ін. Нерідко кілька процесорів підключалися послідовно і ефекти комбінувалися.

У цього інструменту можлива величезна динаміка — перепад сигналів від піанісимо до яскравого фортісимо і може перевищити 40-50 дБ. Якщо при сольному виконанні це не викликає електроакустичних проблем, то в складній звуковій фактурі з насиченим супроводом виразна передача сигналів Rhodes Piano вимагає неодмінного стиснення динамічного діапазону.

Запис Rhodes Piano проходить так:

1. Підключаємо піаніно за допомогою якісного гітарного шнура до якісного вихідного підсилювача.
2. Підключаємо два канали до вихідного підсилювача, розташованого на нижньому підсилювачі біля навушників. Це дасть змогу записувати звук, вібрато та еквалайзер Fender Rhodes.
3. Для більш насиченого звуку поставимо два додаткових мікрофона перед шафою підсилювача. Це дозволить зафіксувати природний звук колонок [7].

1.3.3 Електрогітара та формування ефектів за допомогою електронних засобів

Серед електричних музичних інструментів найбільш поширеним являється електрогітара.

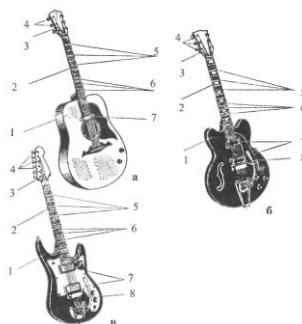


Рисунок 1.6 Різні типи електрогітар: акустичні (а), напів-акустичні (б), неакустичні (в).

1 – корпус; 2 – гриф; 3 – головка грифу; 4 – кілкова механіка; 5 – ладові пластини; 6 – струни; 7 – звукознімачі; 8 – вібратор.

Акустична електрогітара являє собою звичайну гітару з порожнистим корпусом досить великого обсягу, на якому встановлений звукознімач (іноді використовується мікрофон). Звукознімач закріплюється таким чином, щоб він не впливав на роботу резонансних грудня інструменту [1].

Напів-акустична електрогітара має порожнистий корпус значно меншого обсягу, ніж у акустичної гітари. Верхня дека служить для установки звукознімачів (адаптерів) і механізму вібратора. Зменшення обсягу корпусу погіршує акустичні якості гітари і унеможливує її використання без підсилювача.

Неакустична гітара має суцільний корпус, на якому жорстко кріпляться звукознімачі і вібратор. Гітара може бути використана тільки з адаптерами і підсилювачами.

Для виготовлення корпусів використовуються різні породи дерева в залежності від призначення гітари: наприклад, для гітар-соло застосовуються в основному легкі породи дерев (липа, ясен та ін.), які створюють яскравий високочастотний тембр; для гітар-ритм і гітар-соло — середні породи (тополя, палісандр та ін.) для підкреслення середньо-частотного діапазону звучання; і, нарешті, в гітарах потужних ритм-партій корпус виготовляють з важких порід дерев (махагона, агатиса, горіха та ін.) [1].

Гриф електрогітар також робиться з дерева (іноді разом з головкою, на якій встановлені кілки). Кілки (гвинти для закріплення струн) можуть мати різне розташування: одностороннє (шість в лінію), двостороннє симетричне (три плюс три), двостороннє несиметричне (два плюс чотири).

В різних за призначенням електрогітарах (сольних, ритмічних, басових або їх комбінаціях) використовується різна кількість струн (переважно металевих), зазвичай для бас-гітар - чотири або шість, для сольних - шість і більше. Фізико-механічні та акустичні параметри металевих струн підбираються так само як і для звичайних гітар, але в електрогітарах з'являються додаткові вимоги до струн через малий магнітний опір і гладкість поверхні. Перша вимога обумовлена

необхідністю отримання максимальної чутливості в системі «струна - звукознімач», друге - зниженням чутливості цієї системи до шелесту, що виникають при поздовжньому ковзанні руки виконавця по струнах. Для кращого виконання цих додаткових вимог на сталеві струни зазвичай роблять навивку стрічки (зі сталі, нікелю) [1].

Підставка, за допомогою якої струни кріпляться до корпусу на електрогітарах, може бути фіксованою або рухомого (для створення вібрато, тремоло). Підставки можуть розташовуватися на корпусі (накладні), бути вбудованими в корпус або гібридними.

Для обробки гітарного звуку використовуються спеціальні пристрої, що реалізують один або декілька звукових ефектів, без яких в даний час електрогітари практично не використовуються.

Овердрайв, дісторшн (overdrive, distortion) - група ефектів, що використовує спотворення звуку за рахунок його обмеження по амплітуді.

Дісторшн забезпечує великий коефіцієнт посилення, через що сигнал починає спотворюватися відразу і звук виходить дуже різким. При використанні овердрайву забезпечується більш м'яке обмеження, пропорційне рівню вхідного сигналу, що створює більш співуче звучання.

Октавер (octaver) - даний пристрій дозволяє зрушувати спектр вхідного сигналу на октаву або дві нижче або вище основного тону, при цьому продовжує звучати і сам основний тон, що створює враження гри в октаву відразу двох інструментів.

Педаль гучності (volume pedal) вбудована в окремий корпус, де вона за допомогою зубчастої передачі пов'язана з віссю потенціометра. Такий пристрій використовується для оперативного контролю гучності звуку, для формування «м'якої» атаки, для забезпечення швидкого і в той же час плавного загасання звуку.

Зазвичай, для якісного запису електрогітари потрібно виконати наступні дії:

1. Провести відповідні налаштування електрогітари.
2. Ізолювати приміщення від зайвих вібрацій, що виникають за рахунок

контакту комбопідсилювача з підлогою. Для рішення цієї проблеми можна використовувати панелі звукоізоляції або звичайну підставку.

3. Щоб мінімізувати вплив стоячих хвиль, треба розгорнути комбопідсилювач під кутом 45 градусів до паралельних стін. Так можна уникнути посилення і подавлення окремих частот в кімнаті.

4. Одна з найважливіших дій – це правильне розташування мікрофонів. Чим ближче мікрофон до центру динаміка, тим більше низів і висот буде їм знято. Зрушуючи мікрофон від центру динаміка стає більш яскравою середина. Також велике значення має кут під яким мікрофон направлений до площини дифузора динаміка. Змінюючи кут, значно зміниться загальне звучання. Розгорнувши мікрофон на 45 градусів від динаміка значно приберуться середні частоти. Відповідно, під кутом 45 градусів до динаміка сильно піднімається нижня середина.

5. Не менш важливий вибір медіатора. Для більш жвавої і яскравої музики для електрогітари краще підійде металевий медіатор, а для більш спокійної – м'який та тонкий. Завдяки цьому гітара буде ідеально поєднуватися з фортепіано та іншими інструментами [9].

Висновки до розділу

Однією з основних завдань музичної акустики є вивчення процесів створення звуків музики й мови. Протягом століть джерелом таких звуків служили акустичні інструменти і голос. Та протягом декілька років почали з'являтися різні електромузичні інструменти, а з ними і музичні ефекти. Завдяки цьому музика стала більш різноманітною та цікавою.

2 СТРУКТУРА ОБЛАДНАННЯ СТУДІЇ ЗВУКОЗАПИСУ

2.1 Акустичне облаштування студій звукозапису

Внутрішнє оздоблення студії повинна мати достатню кількість звукопоглинальних і звукорозсіювальних конструкцій. Для звукопоглинання використовують мінерально-ватні плити, які закладають в осередку дерев'яного каркаса і закривають декоративним, прозорим з позиції акустики покриттям, наприклад, дерев'яними рейками. Звукорозсіювальні конструкції виконуються у вигляді призм і пірамід з фанери або гіпсу. Розміщують такі конструкції на стелі.

Звукоізоляція стіни викладається за принципом «сандвіча». В якості основи, що заповнює простір між стіною і каркасом, необхідний звукоізоляційний матеріал з високим ступенем поглинання низьких частот. Для цих цілей дуже добре підійде «вата». Існує спеціальна акустична кам'яна або мінеральна вата. Як не дивно, але кам'яна вата, вона дійсно «кам'яна», тобто зроблена з каменю. Плюс до всього кам'яна вата володіє дуже хорошими теплоізоляційними властивостями, а значить у студії звукозапису буде тепло холодними зимовими вечорами [12].

Важливо, щоб звукоізоляція студій звукозапису НЕ переглушила звук, не робила його «мертвим». Акустичного балансу дозволяє домогтися комбінація пористих, мембранних і перфорованих абсорберів. Мембранні абсорбери, такі як вата, використовують для поглинання низьких частот. Вони не залежать від довжини хвилі, тому ефективно працюють при товщині 150-200 мм. Перфоровані абсорбери поглинають переважно середні і високі частоти. Пористі абсорбери — низькі, середні і високі.

Для поглинання середніх частот добре підійде акустичний звукоізоляційний гіпсокартон. Звук не відбивається від нього, а потрапляє в отвори і через них — в вату, де благополучно гаситься [31]. Такий гіпсокартон покритий із зворотного боку щільною паперовою стрічкою, що не дозволяє ваті «вилітати» через отвори і псувати здоров'я [12].

В якості звукоізоляції для студії звукозапису ефективний метод «шахівниці». На відстані 10 см від стіни монтується дерев'яний каркас з бруса

(перетин 30x100 мм) і заповнюється десяти-сантиметровим шаром акустичної піни. Половину осередків в шаховому порядку закривають перфорованими ДВП-листами товщиною 3-4 мм. Діаметр отворів — 3 мм з кроком 38 мм. Метод особливо надійний у кімнатах для вокалу і прослуховування музичних інструментів. Дозволяє усунути ефект безлуння в приміщенні на високих частотах.

З метою шумоізоляції приміщень для запису вокалу в студії звукозапису використовуються поролон, вата, ковrolін в різних комбінаціях. Ці матеріали добре поглинають звук в діапазоні від 3 кГц до 9-10 кГц. Для поглинання низьких і субнізких частот звуку, видаваного такими інструментами, як барабани і контрабас, необхідні спеціальні композитні панелі.

2.2 Розміщення технологічного обладнання в студії

Розміщення акустичних систем

Як при будівництві будинку, при розміщенні акустичних систем найголовніше — правильно вибрати місце. На звук акустичних систем впливають будь-які об'єкти, що знаходяться поруч з ними, наприклад стіна або стіл, а також положення слухача. Щоб домогтися максимально високої якості звуку, треба дотримуватися наступних правил:

1. Треба розставляти акустичні системи симетрично. Вони повинні знаходитися на однаковій відстані від інших об'єктів, щоб звук рівномірно розподілявся по всьому приміщенню.

2. Не можна ставити акустичні системи в кутах і поруч зі стіною. Стіни штучно посилюють басы; треба залишати між акустичними системами і стіною невеликий проміжок.

3. Потрібно враховувати особливості людського слуху. Як правило, акустичні системи слід розташовувати приблизно на рівні вух слухача і розносити на досить велику відстань один від одного і від слухача, щоб слухач міг правильно розрізнити локалізацію джерел стереозвуку [11].

Мікшерний пульт в сучасних студіях звукозапису є найбільш важливим і складним пристроєм, що складається з конструктивно об'єднаних схем для посилення, регулювання, змішування, обробки і контролю звукових сигналів, що надходять на нього з різних джерел: мікрофонів, магнітофонів, програвачів, зовнішніх ліній та ін. Сучасний мікшерний пульт являє собою пристрій, що дозволяє виконувати до 2500 операцій в процесі обробки звуку. В даний час мікшерні пульти працюють як з аналоговими, так і з цифровими сигналами.

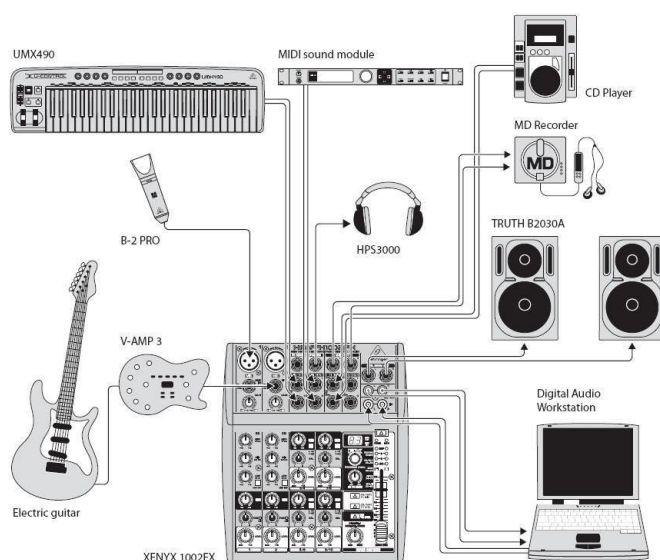


Рисунок 2.1 Схема підключення джерел звуку і інструментів до мікшерного пульта

Серед основних операцій, які дозволяють здійснювати мікшерні пульти, можна виділити наступні:

- регулювання рівнів і посилення звукових сигналів від окремих джерел; їх змішування (мікшування) в певних співвідношеннях (при цьому сучасні пульти дозволяють виробляти кілька незалежних змішувань);
- регулювання рівнів від згрупованих певним чином джерел; загальне регулювання рівнів вихідних сигналів;

- динамічна обробка (компресія, обмеження за піковими рівнями, шумозаглушення і ін.), необхідна для узгодження вихідних параметрів сигналів з динамічним діапазоном наступних пристроїв в каналах запису і передачі (радіомовні, телевізійних і ін.);
- формування фонограм з окремих фрагментів записів і ін.

2.3 Особливості встановлення мікрофонів в студії для запису акустичних джерел

Акустична гітара.

Кращий запис за допомогою стереопари конденсаторних мікрофонів. Цей спосіб дає найбільш природний звук, проте при цьому інструмент необхідно писати окремо від усього іншого (неможливо, наприклад, записати гітару і голос на дві незалежні доріжки). Є багато способів для розташування мікрофона, і кожен з них може підкреслити той чи інший аспект звучання інструменту.

Треба поставити мікрофон на відстані 20-40 см від корпусу гітари і на 10 см нижче місця, де сходяться корпус і гриф. Тепер потрібно налаштувати напрямок мікрофона. Направивши його на резонуючий отвір, отримаємо більш повне, глибоке звучання. Якщо повернути мікрофон в сторону грифа, то більш помітними стають яскраві тони [14].

Також можна розмістити мікрофон на відстані близько метра від гітари і направити прямо на голосник. При такому розташуванні записується і повний звук з голосниками, і чітка атака струн.

Ще можна спробувати розташувати мікрофон так, щоб він знаходився приблизно на тій же відстані і спрямований був так, як вуха виконавця. Мікрофон повинен бути симетричний по відношенню до голови музиканта. Таким чином, запишеться саме те, що намагається передати музикант.

Великий барабан.

Для запису великого (басового) барабана більшість інженерів використовують динамічний мікрофон. Більш того, існують спеціальні динамічні

мікрофони з великою діафрагмою для запису басового барабана. Незалежно від того, як ви розміщуєте мікрофон, можна знизити гучність барабана, поклавши всередину нього подушку або ковдру.

Отже, є кілька способів для розміщення мікрофона біля великого барабана:

1. Біля задньої мембрани. Якщо зняти передню мембрану або прорізати в ній дірку, то мікрофон можна встановити всередині барабана. Поставити його між задньою мембраною і центром. Це самий звичайний спосіб для запису великого барабана, якщо його задня мембрана знята або в ній прорізана дірка. Такий спосіб дозволяє записати атаку удару калатала.

2. У центрі барабана. Можна трохи модифікувати попередній спосіб, відсунувши мікрофон від мембрани до центру барабана. Розмістити його прямо в центрі, направивши на те місце, де калатало вдаряє в мембрану. При такому розташуванні отримаємо не таку чітку атаку, але зате більш повний звук барабана.

3. Біля передньої мембрани. Якщо в барабанах стоять обидві мембрани можна розташувати мікрофон біля передньої мембрани, в декількох сантиметрах від неї. Якщо ми хочемо отримати гучний звук (тон барабана в цьому випадку можна зробити вище), направимо мікрофон на центр мембрани. Можна зробити звук не таким гучним, якщо відсунути мікрофон і направити його на точку нижче центру [14].

Малий барабан.

Це найголовніший з усіх барабанів, особливо в поп-музиці, не дарма його іноді називають соло-барабаном. Через те що малий барабан розташований так близько до решти ударних інструментів, особливо до хету, при його записи необхідний спрямований мікрофон, найкраще Shure SM57. Як правило, мікрофон розташовується між хетом і малим том-томом, на відстані в кілька сантиметрів від мембрани малого барабана. Направимо мікрофон прямо на мембрану. При такому розташуванні можна отримати найкрасивіший, самий гострий звук.

Для того щоб отримати звук, що тріщить, можна підключити другий

мікрофон, розташували його знизу барабана. Поставимо його в декількох сантиметрах від нижньої мембрани і направимо на пружинки.

Скрипка.

При записі сольної скрипки кращі результати виходять, коли ставляться два мікрофона на відстані 15...20 см один від одного і від 1,5 до 2,5 метрів від інструменту. Мікрофони по висоті повинні бути на рівні самого інструменту або трохи вище. Піднімаючи мікрофони ще вище і "навішуючи" над інструментом ближче до осі спрямованості звуку, можна отримати більш насичений обертонами і призвуками звучання. Звук у хорошого інструменту стає яскравішим і більш дзвінким. У більш гіршого інструменту починає виділятися "каніфоль", звук стає різким. Ближче одного метра опускати мікрофони в цьому випадку не можна — звук набуває надмірно різкого "залозистого" тембру [15].

2.4 Особливості запису електронних джерел в студії

Електрогітара.

Тип мікрофону під час запису електрогітари залежить від того, якого звуку хочемо домогтися. Наприклад, якщо потрібен спотворений звук рок-гітари з безліччю ефектів, то самим найкращим можна вважати динамічний мікрофон.

Якщо перевага віддається чистому звуку акустичної гітари, то більше підійде конденсаторний мікрофон з малою діафрагмою. Конденсаторний мікрофон з великою діафрагмою дасть теплий, повний звук. Незалежно від типу використовуваного мікрофона, кращий результат буде, якщо помістять мікрофон на відстані 5-25 сантиметрів від колонки підсилювача. Направити мікрофон потрібно в центр динаміка [14].

Якщо за допомогою одного мікрофона не вдається отримати потрібний звук, можна додати другий мікрофон, поставивши його на відстані близько метра від колонки. Його теж потрібно направити на центр динаміка, і звук при цьому вийде більш об'ємним. Використання двох мікрофонів робить звук жвавішим, особливо якщо приміщення має природну реверберацію. Якщо потрібно

використовувати два мікрофони, не треба забувати про конфлікт фаз і пам'ятати, що він залежить від правильного видалення обох мікрофонів.

Бас-гітара.

Коли записується бас-гітара за допомогою мікрофона, отримати хороший звук може виявитися неймовірно складно. Головні проблеми, з якими можна зіткнутися, - це "каламутність" звуку (неясно виражений звук) і недолік щільності звуку (це проявляється у виділенні тонів середніх частот).

Бас-гітару можна включити безпосередньо в мікшер через роз'єм Hi-Z, або через перетворювач, або через лінійний вихід підсилювача. Правда, при такому включенні звук її виходить занадто різким. Але в багатьох цифрових рекордерах є програма імітації аналогового підсилювача, як і для гітари. Тому можна обходитися без підсилювача і включати бас-гітару безпосередньо в мікшер.

Розміщуються мікрофони так само, як і під час запису гітари, а саме: один мікрофон на відстані від 5 до 25 см. Іноді виявляється корисним трохи відвернути мікрофон в сторону, щоб звук не лупив в діафрагму. При записі бас-гітари можна не возитися з віддаленим розташуванням мікрофонів, так як звук при цьому, як правило, виходить тьмяним [14].

Висновки до розділу

Правильне акустичне облаштування студії дозволяє поліпшити акустичні властивості приміщення з точки зору слухача. Правильне розташування меблів дає непоганий результат для підвищення якості звуку. Доповнивши акустичне оформлення панелями з поролону або каркасними конструкціями з мінеральної або кам'яної вати, можна мінімізувати резонанси і отримати цілком прийнятне звучання навіть в звичайній квартирі.

Правильне розташування мікрофонів допоможе отримати більш насичений обертонами і призвуками звучання.

3 ОСОБЛИВОСТІ ЗВУЧАННЯ МУЗИКИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЖАНРУ ТА СТИЛЮ

В роботі акустичного дизайнера не останнє місце займає з'ясування жанрових переваг слухача. Акустичний баланс приміщення - досить умовне поняття. Зазвичай воно означає задані пропорції поглинання і відображення енергії звуку для будь-якої частоти при заданому часу реверберації RT 60. У музичному відношенні це те, як приміщення «грає». А «грати» воно може по-різному в залежності від конструкції і обробки. Можливість проєкспериментувати співвідношенням поглинання/віддзеркалення в принципі відсутня, бо це пов'язано зі значною перебудовою приміщення, тому дизайнер змушений звертатися до досвіду або брати за основу деякі стандарти, задаючи музичну спрямованість «гри». Для різних стилів та жанрів музики існують свої особливості в звучанні музичних інструментів. Розглянемо такі жанри та стилі музики.

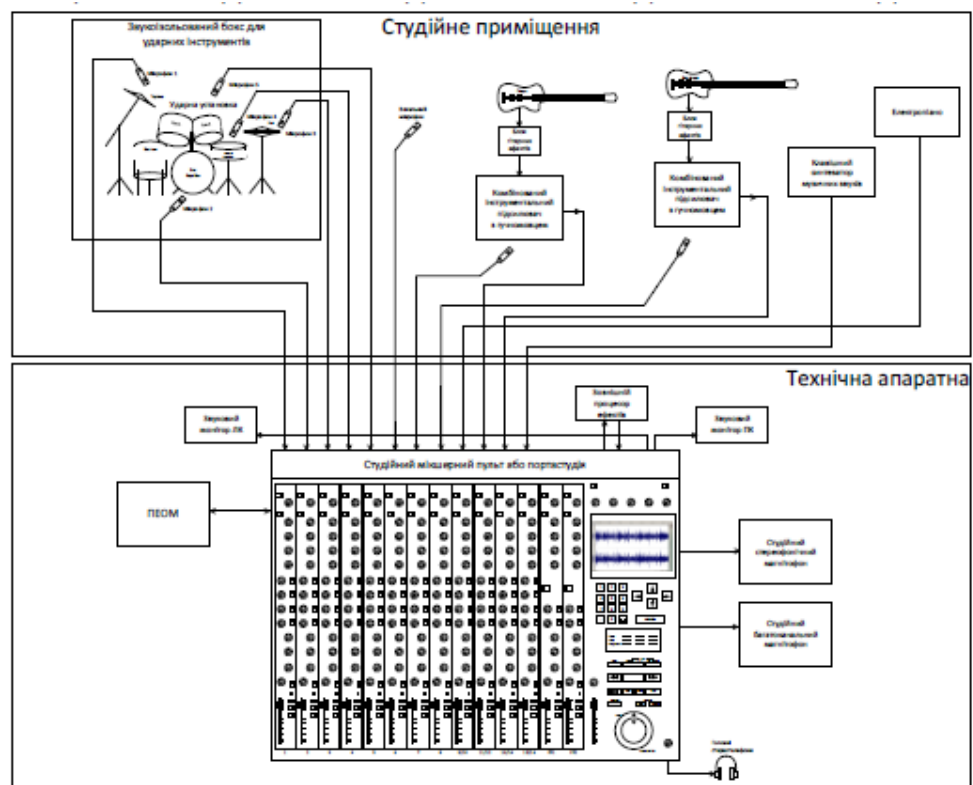
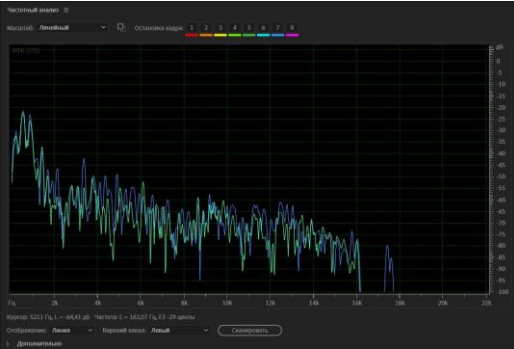


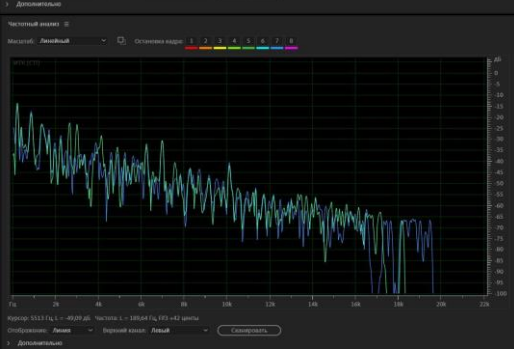
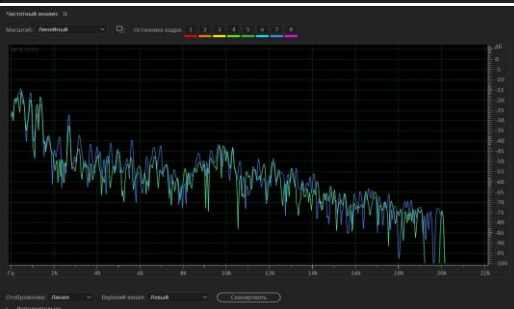


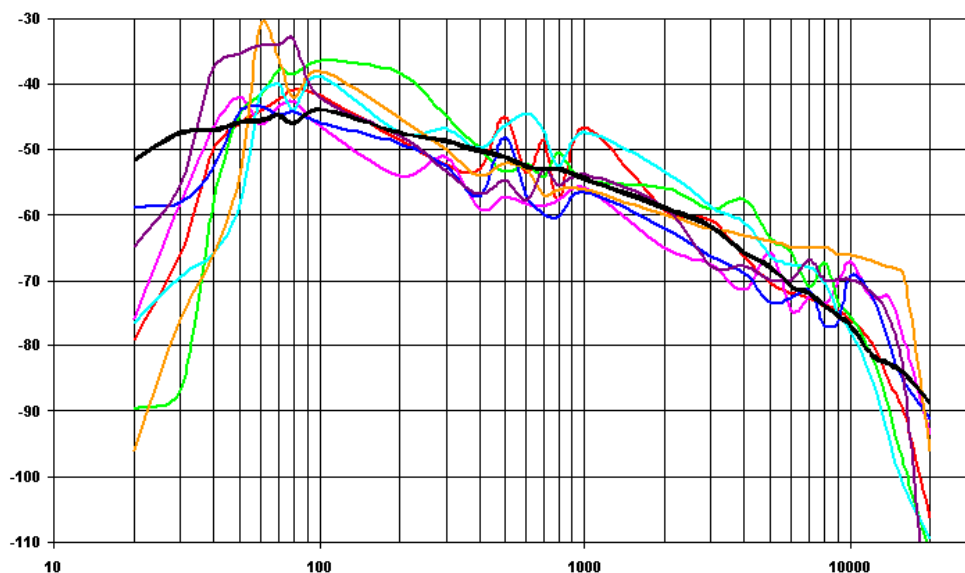
Рисунок 3.1 План розміщення обладнання в студії звукозапису для запису естрадної музики

Таблиця 3.1 Спектри частот різних композицій

Виконавець, пісня	Спектр
1. Bad Omens – Kingdom Of Cards	
2. Michael Jackson – Beat It	
3. Niccolò Paganini – Capriccio Nr. 24	
4. Daft Punk – Harder, Better, Faster, Stronger	
5. Cage The Elephant – Trouble	

Для кожного жанру музики існують свої особливості. Одні з них — спектри звучання різних музичних колективів для різних стилів. Вище були наведені спектри декількох композицій різних жанрів. Композиції були досліджені в програмі Adobe Audition. З отриманого результату можна зробити висновок, що музика дуже сильно розрізняється не тільки за своїм емоційним впливом, а й за своїми технічними характеристиками.

На наступному малюнку наведено спектри музики різних жанрів.



Рисуюнок 3.2 Спектри сигналів різних жанрів музики

Спектри різних музичних творів розрізняються між собою дуже сильно. Особливо в області високих і низьких частот, де відмінності досягають 30 дБ і більше.

3.1 Характеристика та технічна складова рок-музики

У даному випадку музикантам для досягнення високих рівня сигналу необхідна велика потужність звукопідсилювальної систем, що часом наближається до больового порогу (приблизно 130 дБ). У звичайних умовах не рекомендується перевищувати рівень гучності 95 дБ [26].

Для цього жанру характерні наступні інструменти: барабани, електрогітара, бас-гітара, синтезатор, блок флейта.

Барабанна установка. Для звучання барабанної установки в стилі рок характерний щільний звук з мінімальним проникненням акустики кімнати, тому при зведенні звукорежисери переважно спираються на ближні мікрофони. Багато в чому на результат в даному випадку впливає якість вихідних, ще не оброблених доріжок. Так, наприклад, запис, що проходила в заглушеному приміщенні, дозволяє здійснювати більший контроль над елементами барабанної установки. «Сухе» приміщення допомагає ізолювати звук кожного барабана від проникнень, чого складно домогтися при записі в великій і акустично «живий» кімнаті [22].

Бас-барабан. Характерна риса року — бас-барабан з яскраво вираженим клацанням. Основна частота басового барабана знаходиться, як правило, в області 60 - 110 Гц. Частота зрізу ФВЧ може розташовуватися в районі 60 - 80 Гц залежно від стилю і швидкості виконуваних ритмічних фігур. У швидкому темпі бас-барабан має тенденцію «нарощувати» низькі частоти, тому підвищення частот нижче основної частоти часто стає причиною гулу і гуркоту в розділах, де звучать швидкі ритмічні фігури здвоєною бас-бочки. Щоб забезпечити розбірливість бас-барабана, а також звільнити простір для бас-гітари, слід зменшити частоти в області 130 - 450 Гц. Резонанси барабана, що знаходяться нижче 130 Гц слід придушувати вузькосмуговим еквалайзером, так як вони знижують розбірливість і визначеність нот бас-гітари. Характерне клацання бас-бочки знаходиться в районі 4 - 5 кГц або на октаву вище — в області 8 кГц. Для чіткості здвоєною бас-бочки часто застосовується підвищення саме 8 кГц [21].

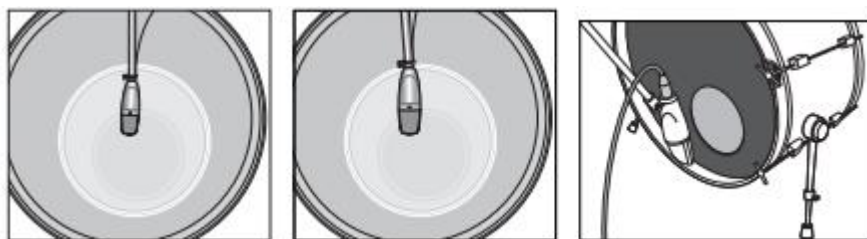


Рисунок 3.3 Спосіб розміщення мікрофону для запису бар-барабану

Хай-хет і оверхеди мають частоту зрізу ФВЧ близько 120 Гц. Діапазон частот 3 - 6 кГц може стати джерелом різкості оверхедів. Надати тарілкам і хай-

хету яскравості допоможе м'яке підвищення області 10 - 12 кГц. По можливості, поверхдів краще не компресувати. Однак якщо є бажання додати щільності малому барабану, можна встановити на компресорі дуже швидке значення атаки і відновлення (в межах декількох мілісекунд). Поріг повинен бути налаштований так, щоб впливати лише на атаку малого барабана [22].

Звучання гітари. Якщо говорити про акустичне звучання, то найчастіше в рок-музиці використовують електроакустичні гітари. Тобто акустичні гітари, які оснащені звукознімачами. Якісні електроакустичні гітари дають хороший теплий звук. Їх можна використовувати в рок-групах, які спеціалізуються на класичному рокі [21].

Наступний тип гітар для рок-музики є виключно електричним. Однак на них часто грають партії, які не перевантажені всілякими ефектами, які характерні для важкої музики. Якщо говорити про виробників подібних гітар, то найбільш популярними тут є гітари компанії Fender. Чистий електричний звук часто потрібен в класичному рокі, в математичному рокі, в інструментальному і т.д. По частині електроніки можна відзначити те, що в даному випадку найбільш поширеними є звукознімачі типу «single», так як вони дають яскравий чистий звук, який іноді називають «скляним» [21].

Невід'ємна частина обробки треків гітар — еквалізація, так як вони займають діапазон середніх частот, де знаходяться найбільш важливі елементи міксу. Незважаючи на те, що гітари не басовий інструмент, сучасні рок-гітаристи мають тенденцію грати в діапазоні бас-гітари. Тому в таких випадках, як правило, видаляють все, що нижче 80 Гц. Найбільш щільний тон з хорошою розбірливістю зазвичай досягається підвищенням частот в області 85 - 120 Гц. Для звучання гітар має велике значення середній діапазон частот, брак якого призводить до «тонкого» звучання, але часто в даному діапазоні присутні небажані резонанси в області 250 Гц, які часто необхідно придушувати вузькосмуговим фільтром. У той же час, при необхідності можна застосувати плавне підвищення з широкою добротністю в діапазоні 1 - 2,5 кГц, щоб компенсувати ослаблення в області

«високої середини» і забезпечити більш щільний тон. Блиск і яскравість ритм-гітар знаходиться в діапазоні 5 - 8 кГц [22].



Рисунок 3.4 Приклад розміщення мікрофону для запису гітари

Акустичні інструменти. Зведення акустичних інструментів в рок-музиці — одна з найбільш складних завдань. На тлі потужної барабанної установки, спотворених електрогітар і яскравого вокалу вельми непросто знайти для них місце в міксі. Як правило, для фортепіано, скрипки, віолончелі, акустичної гітари та інших акустичних інструментів труднощі при зведенні створює діапазон «низької середини» (250 Гц - 2 кГц). У той же час саме ця область частот робить інструменти «теплыми» і насиченими.

Акустичні інструменти можуть виконувати такі функції в аранжуванні: перша — використання в якості прикраси, додає пісні додаткові щільність і «повітря», друга — інструменти є фундаментальними засадами міксу. Якщо інструменти використовуються в якості прикраси, кращий спосіб «посадити» їх в мікс — скоротити займаний ними частотний діапазон, щоб звільнити місце для інших інструментів, які складають основу міксу. Так як завдання відомості в даному випадку полягає в тому, щоб інструмент був чутний крізь мікс, вибирають широкий діапазон роботи ФВЧ: 60 - 180 Гц [22].

Вокал. Рок-музика передбачає відкрите і дуже емоційне виконання партії вокалу, але в той же час підпорядкування загальному звучанню міксу. Незалежно від концепції пісні, голос несе основне смислове навантаження, тому важливо зберегти його ясність і чіткість в щільній фактурі.

В процесі обробки важливо передати енергію і емоції вокального виконання з максимальною ясністю. Партія вокалу рідко досягає області нижче 85 Гц, тому частота зрізу для неї встановлюється набагато вище (близько 160 Гц в залежності від тембру і стилю вокаліста). Особливе значення для вокалу в будь-якому стилі року має область 3-5 кГц («презенс»). Даний діапазон допомагає вивести вокал на передній план, зазвучати чистіше і агресивніше. Підйом в області 4,5 кГц допоможе додати яскравості вокалу, а підйом на 10 - 12 кГц трохи «повітря».

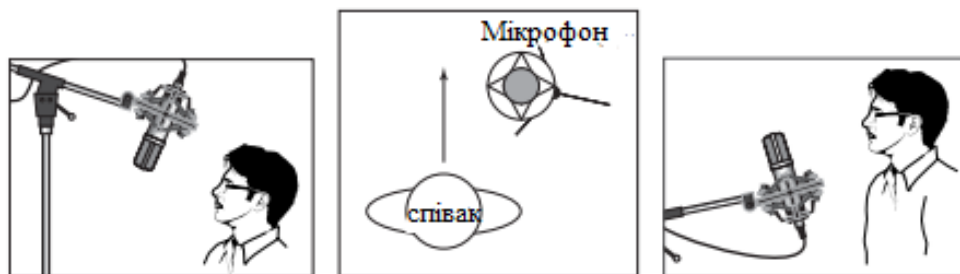


Рисунок 3.5 Приклад розміщення мікрофону для запису вокалу

Загальною проблемою рок-вокалу є його край нерівномірний тон: дуже важкий і різкий в одній точці, округлий і неясний в іншій. Важко міксувати вокальну партію, якщо вона була попередньо оброблена компресором під час запису. Компресію використовують під час запису для того, щоб охопити широкий динамічний діапазон вокалу. Наприклад, Ноа Себастьян, вокаліст гурту Bad Omens, в межах однієї і тієї ж вокальної лінії він іноді переходить від шепоту до повного крику. В таких випадках для звукорежисера зручно, коли надається для зведення дві доріжки вокалу. Перша доріжка — це звук з ближнього мікрофона, призначеного для більш тихих, «шепітних» розділів. Другий — звук з далекого мікрофона, який встановлюють для гучних звуків. Використовуючи ці два треки, можна отримати велику гнучкість під час зведення. У деяких випадках при динамічній обробці вокалу може знадобитися багатосмуговий компресор. Розділивши вокальний сигнал на дві смуги, легше досягти достатнього придушення кожного діапазону, щоб вирівняти деякі тембральні нерівності.

3.2 Характеристика та технічна складова електронної танцювальної музики

За вимогами, що пред'являються до звукопідсилювальної системи, танцювальна музика близька до рокової. Вона вимагає меншої гучності, але повинна бути більш локалізована і мати акцентований бас. Рекомендується підтримувати рівень гучності 95 дБ, хоча на практиці він має тенденцію підвищуватися до 118 дБ [26].

Характерні музичні інструменти в цьому жанрі майже всі являються електронними: синтезатор, бас-синтезатор, драм-машина, портативна студія і багато інших.

У жанрі танцювальної музики, як правило, барабан і бас звучать на передньому плані в міксі, а все інше — в центрі, за ними, в тому числі і вокал. Так як басовий барабан — одна з найважливіших складових електронного міксу, слід почати вибудовувати рівень з нього, а далі підлаштовувати під нього семпли малого барабана (snare), хлопки (clap), хай-хет (hi-hat), тарілки (cymbal) і іншу перкусію щодо його рівня звучання. Далі послідовно додаються бас і інші складові міксу, отримуючи повне звучання [23].

Не існує строгих критеріїв щодо позиціонування інструментів, це більше творчий процес. Положення інструментів в міксі залежить і від складових частотного спектру інструментів.

Про те, як використовувати еквалайзер в електронно-танцювальній музиці, однозначних правил немає, але існують деякі узагальнення. По-перше, будь-який еквалайзер діє як фільтр, і це значить, що еквалайзер, як і будь-який інший тип фільтра, утворює резонанс і зрушує фазу на частоті зрізу. Іншими словами, він допускає невелику кількість гребінчастої фільтрації в аудіо, яке звучить як певне перекручення [23].

Еквалайзер може використовуватися як фільтр певних частот, які звучать природно, для інструменту. За допомогою спектрального аналізатора можна простежити смуги частот баса, який створювався для хаус-треку.

Звук баса збагачується гармонійно за рахунок розширення чутного спектру і стає придатним для електронно-танцювальної музики. Створення унікального тембру шляхом корекції піків в спектрі є звичайною практикою для багатьох продюсерів жанру. Більш підкреслено виражається такого роду прийом шляхом невеликого підйому піків в низькочастотному спектрі.

Після еквалізації, як правило, застосовується динамічна обробка. Основна мета — підняти загальний рівень гучності в міксі, надати обсягу, ясності, привнести деяку емоційність. Однак, цього неможливо досягти шляхом роботи одного компресора з усім міксом, так як він буде спрацьовувати на кожен удар бас-бочки, впливаючи на весь твір.

Хороші танцювальні мікси повинні мати енергію з емоційної точки зору. Домогтися прийнятних результатів можна використовуючи багатосмуговий компресор. За допомогою цього інструменту стає можливим контроль динаміки на різних смугах частот, що сприяє більш чистому звучанню, якщо брати в порівняння компресор односмуговий. Наприклад, стискаючи високочастотні складові міксу, в значній мірі можна згладити загальний образ аудіокартини.

Типова домашня акустична система hi-fi, відтворює приблизно 80-90 дБ динамічного діапазону, але це втрачає сенс, якщо музика стиснута до 2-х дБ динамічного діапазону. Насправді, природним буде присутність деякої динаміки, при прослуховуванні музики, якщо динаміка відсутня практично повністю, це буде звучати занадто неприродно, незалежно від того, наскільки хороша система hi-fi [23].

3.3 Характеристика та технічна складова класичної музики

Для класичної музики величезне значення має динамічний діапазон, щоб розрізняти звуки в широкому динамічному діапазоні — від скрипкового соло, до потужного крещендо з литаврами. Звукопідсилювальна система повинна витримувати 120 дБ пікового навантаження [32].

Для цього жанру характерні наступні інструменти: струнні (скрипка, віолончель, контрабас), ударні, духові (флейта, фагот, труба), фортепіано і багато інших.

В класичній музиці партії часто пишуться для груп інструментів. Наприклад скрипки + труба + контрабас, або фагот + флейта + саксофон. Таким чином досягається кольорова палітра симфонічного оркестру. Оскільки при цьому створюється фактично новий інструмент, то і обробляти його потрібно як один багатотональний елемент.

Для запису класичної музики спочатку потрібно зробити автоматизацію гучності, бо саме завдяки їй задається настрій композиції. Для початку можна розробити чорновий варіант балансу треку. Далі потрібно прослухати всю композицію і відмітити для себе моменти кульмінацій та спаду [24].

При створенні симфонічних віртуальних бібліотек часто звуки записуються з натуральною реверберацією приміщення, деякі бібліотеки навіть дозволяють комбінувати до трьох позицій мікрофонів (Close, Stage, Surround).

Еквалізація, при зведенні класичної музики, розробляє наступні дії:
 — прибирає частотні конфлікти (як правило в низах і нижній середині);
 — надає більше характеру і кольору. Посилення частот має бути не більше 3 дБ.

Вокал. При записі в студії співак повинен стояти навпроти звукопоглинального екрану: дифузор-розсіювач.

Важливо, щоб не було відбиття від стіни попереду вокаліста. Як наслідок, співак знаходиться в незвичній для нього акустиці - співак звик орієнтуватися на свій відгомін. Вирішується проблема тим, що співакові дають власний голос в навушниках з невеликою реверберацією - співати стає більш-менш комфортно.

Краще використовувати стереопару мікрофонів в режимі АВ або XY, тому що голос академічного співака звучить не тільки з глотки, одночасно звучать і резонують частини обличчя: щоки, лоб, гортань — в результаті виходить більш реальна картина звуку.

Стереопара мікрофонів в режимі АВ - це коли мікрофони розташовані на одному рівні, але на деякій відстані один від одного, на відрізку АВ: в результаті виходить трикутник АВС — джерело звуку — вершина С, і дві інші вершини — А і В.

Стереопара мікрофонів в режимі Х-У — це, коли мікрофони знаходяться у одній точці, але один над іншим, і спрямовані вони не по одному вектору, а за різними, під кутом один до одного: джерело звуку знаходиться в бісектрисі цього кута.

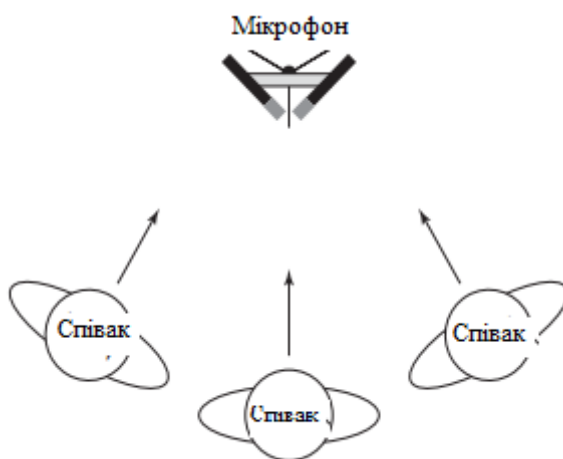


Рисунок 3.6 Запис вокалу заднього плану на пару мікрофонів С-У

Головним в процесі обробки класичної музики є принцип "не нашкодь". І завдання в першу чергу підкреслити драматургію твору автоматизацією гучності і ледь помітно обробити звуки, щоб вони працювали [24].



Рисунок 3.7 Схема розташування інструментів симфонічного оркестру

Висновки до розділу

В роботі акустичного дизайнера не останнє місце займає з'ясування жанрових переваг слухача. Для різних стилів та жанрів музики існують свої особливості в звучанні музичних інструментів.

Досвідчений звукорежисер, як правило, точно знає, чого він хоче, і як цього досягти в конкретній композиції. А це можливо тільки при наявності досвіду, знань специфіки певного жанру музики і, звичайно ж, гарного художнього смаку.

4 ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЗВУКОЗАПИСУ

4.1 Програмне забезпечення студій звукозапису

Спеціальне студійне ПЗ використовується практично на всіх етапах створення музичного треку, будь то накопичення контенту, редакція і монтаж, зведення або мастеринг. Сьогодні актуальні апаратні і програмні продукти в умовах сучасної студії складають потужний комплекс, працюючи з яким знаючий фахівець зможе успішно реалізовувати проекти будь-якого масштабу, а також швидко і ефективно вирішувати завдання будь-якої складності.

По завершенню етапу накопичення контенту фахівець отримує великий набір треків — «сирий» матеріал, який потрібно відредагувати і змонтувати. Програмне забезпечення дозволяє оцінити дублі по численним критеріям якості і вибрати кращі, підправити похибки у вокалі або інструментальних партіях, прибрати сторонні шуми в паузах і навіть зібрати з декількох дублів з вадами один ідеальний у всіх відношеннях трек. Без спеціальних програм така ефективна технологія потрапила б в розряд фантастичних вигадок.

Студійне ПЗ дозволяє виконати зведення з скрупульозною точністю. Розстановка акцентів і ролей, застосування ефектів та інше - це все робиться на програмному рівні.

Мастеринг — це фінальний етап роботи з музикою, коли зведені і змішані треки наводяться під єдиний стандарт гучності звучання, виконується частотна корекція всієї композиції, а не окремо взятих треків. Тут будуть корисні і апаратні засоби в особі лампових пристроїв, і такі софтові рішення, як програмний компресор, ексайтер і інші [16].

4.2 Багатоканальні віртуальні студії

Основні можливості програм передбачають наступний набір функцій: операції з файлами (запис, відтворення, імпорт, зберігання і ін.); редагування (копіювання, вирізання, збільшення або зменшення гучності, мікшування,

інвертування, реверс і ін.); процесорна обробка (реверберація, луна, хорус, ділей, фленжер, вібратор, еквалайзер, компресія, зрушення висоти тону і ін.); робота з MIDI-інтерфейсом (синхронізація за кодом з MIDI-секвенсором, введення інформації з MIDI-клавіатури, наявність віртуальної MIDI-клавіатури та ін.); синтез звуку та ін. [1].

Програми багатоканального запису і монтажу звуку є аналогами стрічкових магнітофонів: вони дозволяють записувати, обробляти кілька незалежних звукових доріжок. Запис на жорсткий диск має ряд переваг: миттєвий доступ до будь-якого фрагменту, довільний вибір послідовності фрагментів для відтворення, можливість не руйнує монтажу, широкий вибір редакторських можливостей.

Віртуальні студії включають в себе програми, які дозволяють працювати як з аудіо - (цифровим звуком), так і з MIDI-доріжками (синтезованим звуком) в одному вікні. Кожна з них має великий вибір ефект-процесорів, цифрових мікшерів, синтезаторів, дозволяє застосовувати спеціальні MIDI-прийоми редагування (квантування, транспонування, зміна тембрів і вибір інструментів та ін.) і може працювати з будь-якими MIDI-пристроями [1].

4.3 Програми для аранжування та композиторів

Існує безліч різних програм для аранжування та створення музики. Розглянемо найбільш популярні з них.

Ableton Live.

Коли мова заходить про найзручнішу і найпопулярнішу цифрову звукову робочу станцію, насамперед відразу згадується Ableton Live. Тут є приблизно все, що необхідно як діджею, так і музиканту. Підходить і для студійної роботи, і для живих виступів. Початківцям найголовніше - не лякатися великої кількості налаштувань і параметрів і по можливості вивчити/спробувати все.

Ableton Live являється стандартним мультитрек-рекордером, а в повній версії програми передбачено необмежену кількість доріжок (аудіо / MIDI-треків) і класичні функції «копіювати/вставити». Ключова перевага Ableton полягає в

тому, що він сумісний практично з будь-яким MIDI-контролером [17].

Сьогодні Ableton Live вважається стандартом в музичній індустрії. Live - ідеальний вибір для музикантів, що бажають в пару кліків створювати нові лупи і семпли, контролювати всі елементи проекту і експериментувати зі звуком і ефектами [18].

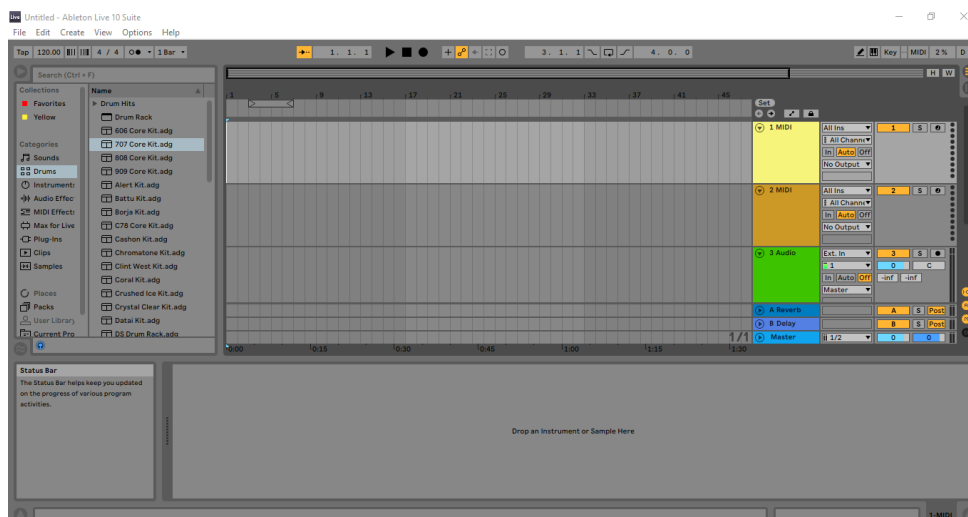


Рисунок 4.1 Вигляд працюючої програми Ableton Live

FLStudio.

Це студія, яка ідеально підійде новачкові або просто любителю писати музику в віртуальному середовищі. Почати створювати музику з її допомогою досить легко. У цьому допоможуть 3 простих інструменти: Piano Roll (віртуальне піаніно), Sequencer (секвенсор) і Playlist (список відтворення). Це одна з кращих програм для тих, хто хоче почати і зануритися в світ створення музики. FL Studio від Image-Line протягом досить довгого часу була однією з найпопулярніших програм створення музики на сьогоднішній день. Вона має стандартні функції редагування звуку зі зміщенням, корекцією, розтягуванням по часу, вирізанням, вставкою і інші [17].

Інтерфейс FL Studio особливо добре підходить для початківців. FLStudio допоможе створювати не тільки звичну музику, але і різні музичні заготовки для їх подальшого використання в інших віртуальних студіях (Sony Acid). Подібні напрацювання поділяються на два види: Samples (зразки) і Loops (петлі, повторення). Samples - це повноцінні інструментальні «згасаючі» звуки. А

Loops - невеликий музичний етюд, який поміщений в цикл (мелодія, але більш часто - ритмічні звуки ударних інструментів). Варто відзначити, що FLStudio спочатку призначалася саме для секвенції звучання барабанів. Але через більш 10 років з моменту появи студії ми бачимо повноцінний додаток з безліччю різних функцій, зручним інтерфейсом і звуковими генераторами, а також ефектами [17].



Рисунок 4.2 Вигляд працюючої програми FL Studio [20]

Apple Logic Pro X.

Приголомшлива DAW-станція для користувачів Apple (з PC несумісна). Дуже добре підходить тим, хто вже має деякий досвід створення музики за допомогою комп'ютерного софту. Високий рівень інтерфейсу Logic Pro дозволяє контролювати процес на всіх рівнях. Однак перед використанням програми бажано вникнути в суть таких понять як «трек» (track) і «регіон» (region) - вони в роботі з Logic Pro є ключовими [20].

Чим вирізняється Logic Pro, так це інтерфейсом - дуже просунутий, щоб допомогти в процесі створення музики, включаючи консолідацію треків (стек треків), накладення інструментів, інтуїтивний мікшер для управління плагіном і «редактор партитур», що дозволяє створювати свій власний MIDI-трек тільки за допомогою миші [19].

Ця програма має функцію «віртуального барабанщика», яка включає в себе інтерактивну ударну установку для візуальної реалізації барабанів для деяких

забавних ігор і наборів з природним звучанням. Також є арпеджиатор, який краще, ніж багато інших - він теж програмований. Logic Pro просто переповнена функціями, синтезаторами, плагінами, і не кажучи вже про чудовому інтерфейсі для легкого навчання. Ще одним плюсом є те, що вона поставляється з бібліотекою семплів і колекцією лупів з деякими досить свіжими готовими ефектами.



Рисунок 4.3 Вигляд працюючої програми Apple Logic Pro X

Cubase.

Є й такі програми, володіння якими є обов'язковим для певних людей. І Cubase не виняток з цього правила. Можна сказати, що Cubase - стала певним стандартом високопродуктивної віртуальної музичної студії. Cubase, або попростому «Кубик», підходить для будь-яких музикантів: починаючи з дизайнерів звуку, а закінчуючи композиторами і тими, хто виступає в живу. Програмісти з Steinberg зуміли зробити універсальний і потужний інструмент, який оцінить кожен музикант, який використовує комп'ютерну обробку звуку.

Cubase поставляється в трьох редакціях, кожна з яких пропонує музикантам зручну роботу з аудіо і MIDI, комплект інструментів і семплів, вбудований автотюном і інші можливості. Серед особливостей можна виділити спеціальну хмару, що дозволяє користувачам Cubase різних платформ працювати з

проектами в режимі реального часу. Також, для звукорежисерів тут передбачено необмежену кількість звукових доріжок, музиканти будуть раді зручній MIDI-системі, виконавці на живих заходах знайдуть в ній вбудовані інструменти, а дизайнери звуку зможуть легко підбирати і додавати музичний супровід для відеозаписів.

З мінусів можна виділити не найвдаліший і дуже заплутаний інтерфейс, заснований на безлічі робочих областей [17].



Рисунок 4.4 Вигляд працюючої програми Cubase

Adobe Audition.

Це відмінний інструмент для роботи зі звуком, націлений на надання коштів для редагування, мікшування, записи і обробки аудіо контенту. Привабливий і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс надає панелі багато робочого простору, який можна згрупувати для зручного перегляду, а медіабраузер дозволяє ефективно управляти сеансами.

Крім основних функцій редагування, таких як угруповання кліпів, маркери, розтягування кліпів і попередній перегляд редагування, Audition упаковує цілу колекцію ефектів, включаючи DeHummer, Surround Reverb, DeEsser, Phase / Doppler / Notch Shifters і багато інших.

Багатосмуговий компресор дозволяє легко контролювати такі властивості звуку, як гучність і динаміка, з вражаючою точністю. Шум можна видалити за допомогою спеціального дисплея спектральної частоти, але його також можна

знизити за допомогою інструменту Adaptive Noise Reduction.

Adobe Audition забезпечує приємну і комфортну середу для редагування форми хвилі, звукового дизайну і відновлення звуку. Компактний, доступний для користувача інтерфейс, а також багата колекція ефектів і спектральних інструментів роблять його рекомендованим вибором для комп'ютерних музикантів [19].

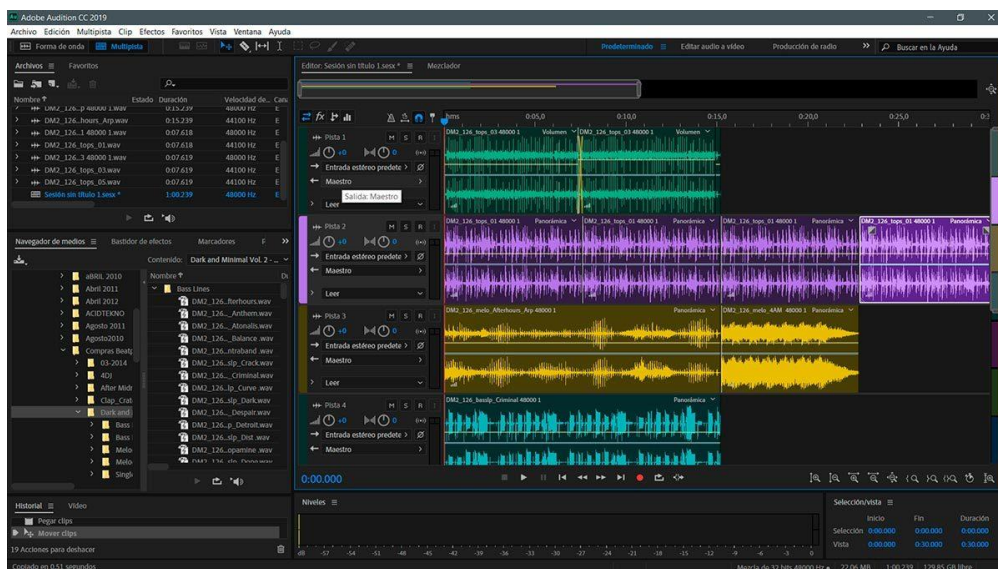


Рисунок 4.5 Вигляд працюючої програми Adobe Audition

Висновки до розділу

Спеціальне студійне ПО використовується практично на всіх етапах створення музичного треку, будь то накопичення контенту, редакція і монтаж, зведення або мастеринг.

Зародження електромюзичних інструментів і їх вдосконалення стали стимулом для створення програмних інтерфейсів, які широко використовуються в сучасному музичному світі.

Комп'ютерні технології досягли того рівня, коли змогли повноцінно заміщати собою якісні і складні агрегати професійних студій.

ВИСНОВКИ

За часи розвитку музикальної індустрії відбулося багато змін. З'явилося багато нових стилів і це дало змогу використовувати багато інструментів для створення різноманітних мелодій.

У ході виконання цієї роботи було проведено дослідження запису натуральних та електричних інструментів в залежності від стилю музики та акустичного обладнання.

Було детально проаналізовано акустичні характеристики натуральних джерел звуку та електромузичних інструментів. За рахунок вдалої постановки задачі було досліджено такий важливий фактор, як розташування мікрофонів для різних інструментів. Наприклад, для більш насиченого звуку Rhodes Piano треба поставити два додаткових мікрофона перед шафою підсилювача. Це дозволить зафіксувати природний звук колонок.

У другому розділі були описані результати досліджень акустичного обладнання студій звукозапису та особливості студійного запису інструментів. Наприклад, було виявлено, що з метою шумоізоляції приміщень для запису вокалу в студії звукозапису використовуються поролон, вата, ковrolін в різних комбінаціях.

Також, було описано характеристики звучання та технічні аспекти різних жанрів в музиці, таких як: рок, танцювальна музика та класична.

Було виявлено, що більш вимогливим до запису є рок-музика. Тому що кожен інструмент потребує особливого розташування мікрофонів та індивідуального запису. Натомість, танцювальна музика є найпростішою у запису, тому що не існує строгих критеріїв щодо позиціонування інструментів.

В останньому розділі було розглянуто різне програмне забезпечення студій для обробки звуку. Кожне з наведених програмних забезпечень має свої переваги та недоліки. Для кожного користувача підійде свій засіб обробки музики.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ирина Алдошина, Рой Приттс Музыкальная акустика. Санкт-Петербург. 2006. С. 208-225.
2. Курсы звукорежиссуры. 4 способа озвучить рояль. URL: <http://www.mixingschool.ru/single-post/2016/12/11/piano-miking-4-ways> (Дата звернення: 15.05.2020).
3. Шоумастер. Запись барабанов. URL: http://www.show-master.ru/categories/zapis_barabanov.html (Дата звернення: 15.05.2020).
4. Экспериментируем с созданием звука и музыки. Запись оркестра. URL: <https://corpuscul.net/zvukorezhissura/mikrofony/orkestr/> (Дата звернення: 16.05.2020).
5. The 5 Methods of StereoRecording URL: <https://ehomerecordingstudio.com/stereo-microphone-techniques/> (Дата звернення: 16.05.2020).
6. Pop-Music. Микрофонная запись акустических инструментов: Гитара. URL: <https://pop-music.ru/articles/mikrofonnaya-zapis-akusticheskikh-instrumentov/> (Дата звернення: 15.05.2020).
7. What's the best way to record a Fender Rhodes piano? URL: <https://fenderrhodesla.com/fender-rhodes-piano-recording.html> (Дата звернення: 18.05.2020).
8. Музыкальное оборудование. Электромеханическое пиано. URL: <http://www.muzoborudovanie.ru/equip/studio/elpiano/rhodes/rhodespiano.php> (Дата звернення: 18.05.2020).
9. 10 идей как круто записать гитары. URL: <https://www.kombik.com/blog/read/10-idej-kak-kruto-zapisat-gitary/> (Дата звернення: 18.05.2020).
10. Pop-Music. Акустическая подготовка домашней студии. URL: <https://pop-music.ru/articles/akusticheskaya-podgotovka-domashnikh-studiy/> (Дата звернення: 18.05.2020).

11. Установка оборудования студии. URL: <http://www.williamspublishing.com/PDF/978-5-8459-1324-1/part.pdf> (Дата звернения: 18.05.2020).
12. Friday-Records. Звукоизоляция студии звукозаписи. URL: <http://www.friday-records.ru/materialy/zvukoizolyaciya-studii-zvukozapisi/> (Дата звернения: 23.05.2020).
13. Song.pipopolam. Возможности студии. URL: http://song.pipopolam.ru/vozmozhnosti_studii.html (Дата звернения: 23.05.2020)
14. Джефф Стронг Звукозапись для «Чайников». Микрофоны, или как получить хороший звук. Москва. 2005. С. 209.
15. Allprosound. Музыкальные инструменты перед микрофоном Часть 1 Струнные инструменты. URL: <http://www.allprosound.ru/praktika/studiynaya-zvukozapis/Recording.html> (Дата звернения: 27.05.2020).
16. baza-shop. Программное обеспечение для современной студии. URL: https://baza-shop.ru/products/studio/studio_software/ (Дата звернения: 27.05.2020).
17. Софтлист. Выбираем виртуальную студию для создания музыки. URL: <https://softlist.com.ua/articles/vybiraem-virtualnuyu-studiyu-dlya-sozdaniya-music/> (Дата звернения: 27.05.2020).
18. Samesound. Лучшие программы для записи музыки: советы по выбору и обзор популярных DAW. URL: <https://samesound.ru/g/soft/613-how-to-choose-daw> (Дата звернения: 29.05.2020).
19. Create-sound. Лучшие программы для создания музыки. URL: <https://create-sound.ru/music-creation-software/#ableton> (Дата звернения: 29.05.2020).
20. Myband. 7 программ, позволяющих создавать музыку, не вставая из-за компьютера URL: <https://myband.ru/blog/post/933> (Дата звернения: 29.05.2020).
21. Твоя гитара. Выбор гитары для рок-группы URL: <http://tvoya-gitara.ru/rok-gruppa/vyibor-gitaryi-dlya-rok-gruppyi> (Дата звернения: 29.05.2020).

22. Academy Of Sound. Основы сведения тяжелого рока.
URL:https://academyofsound.ru/stati_/osnovy_sviedeniia_muzyki_ (Дата
звернення: 30.05.2020).
23. AcademyOf Sound. Немного о сведении электронной танцевальной музыки
(EDM). URL:
https://academyofsound.ru/stati_/niemnogho_o_sviedeniie_eliektronnoi_tantsieval_noi_muzyki_edm_ (Дата звернення: 30.05.2020).
24. Ekmixmaster. Как сводить эпичную оркестровую музыку. URL:
<http://ekmixmaster.ru/kak-svodit-ehpichnuyu-orkestruvuyu-muzyku.html> (Дата
звернення: 30.05.2020).
25. Севашко А. В. Звукорежиссура и запись фонограмм. Профессиональное
руководство. 2004. 195 с.
26. Гребінь О.П. Тема 6. Звукопідсилювальне обладнання для інформаційно-
розважальних заходів. 6с.
27. Ukrbukva. Класифікації музичних інструментів.
URL:<https://ukrbukva.net/93098-Klassifikacii-muzykal-nyh-instrumentov.html>
(Дата звернення: 15.05.2020).
28. Акустичні характеристики дерев'яних духових інструментів. URL:
<http://um.co.ua/4/4-15/4-159521.html> (Дата звернення: 15.05.2020).
29. Мембранофони. Литаври. Барабани. URL: <http://um.co.ua/4/4-15/4-159532.html>
(Дата звернення: 15.05.2020).
30. ni.biz.ua. Характеристики вокальної мови (співу). URL:
http://ni.biz.ua/3/3_20/3_201416_harakteristiki-vokalnoy-rechi-peniya.html (Дата
звернення: 15.05.2020).
31. jak.waykun. Friday records - звукоізоляція студії звукозапису. Звукоізоляція
студії звукозапису. URL: <https://jak.waykun.com/articles/friday-records-zvukoizoljacija-studii-zvukozapisu.html> (Дата звернення: 15.05.2020).

ДОДАТОК А
THE SUMMARY

Proper acoustic arrangement of the studio allows to improve the acoustic properties of the room from the point of view of the listener. Proper placement of furniture gives a good result to improve sound quality. Complementing the acoustic design with foam panels or frame structures made of mineral or stone wool, you can minimize the resonance and get a perfectly acceptable sound, even in a normal apartment.

The correct location of the microphones will help to get a more saturated overtones and sounds.

In his acoustic designer there is no representative of the representative genre preferences of the listeners. Features of sound musical instruments are constantly created for different styles and genres of music.

Permission The sound engineer usually knows exactly what he wants and how it exists in specific compositions. It can be accessible to representatives, knowledge of the special spiritual genre of music, of course, a good taste artist.

Special studio software is used at almost all stages of creating a music track, whether it is the accumulation of content, editing and editing, compilation or mastering. The emergence of electromusical instruments and their improvement have become an incentive to create software interfaces that are widely used in the modern music world.

Computer technology has reached the level when it was able to fully replace high-quality and complex units of professional studios.

Many changes have taken place during the development of the music industry. Many new styles have appeared and this has made it possible to use many tools to create various melodies.

In the course of this work, a study of the recording of natural and electric instruments depending on the style of music and acoustic equipment was conducted.

The acoustic characteristics of natural sound sources and electromusical instruments were analyzed in detail. Due to the successful formulation of the problem, such an important factor as the location of microphones for different instruments was investigated. For example, for a richer Rhodes Piano sound, you need to put two

additional microphones in front of the amplifier cabinet. This will capture the natural sound of the speakers.

The results of researches of acoustic equipment of recording studios and features of studio recording of instruments were described. For example, it was found that in order to insulate the premises for recording vocals in the recording studio used foam rubber, cotton wool, carpet in various combinations.

Also, sound characteristics and technical aspects of different genres in music were described, such as: rock, dance music and classical.

It was found that rock music is more demanding to record. Because each instrument requires a special arrangement of microphones and individual recording. Instead, dance music is the easiest to record because there are no strict criteria for positioning instruments.

Various studio software for sound processing was considered. Each of these software has its advantages and disadvantages. Each user will have their own music processing tool.

One of the main tasks of musical acoustics is to study the processes of creating sounds of music and speech. For centuries, the source of such sounds were acoustic instruments and voice. But over the years, various electromusical instruments began to appear, and with them musical effects. Due to this, the music became more diverse and interesting.

As with building a house, when placing speakers, the most important thing is to choose the right place. The sound of speakers is affected by any objects near them, such as a wall or table, as well as the position of the listener.

Proper acoustic arrangement of the studio allows to improve the acoustic properties of the room from the point of view of the listener. Proper placement of furniture gives a good result to improve sound quality. Complementing the acoustic design with foam panels or frame structures made of mineral or stone wool, you can minimize the resonance and get a perfectly acceptable sound, even in a normal apartment.

The correct location of the microphones will help to get a more saturated overtones and sounds.

In the work of an acoustic designer is not the last place to find out the genre preferences of the listener. The acoustic balance of the room is a rather conventional concept. Usually it means a given proportion of absorption and reflection of sound energy for any frequency at a given time of reverb. Musically, this is how the room "plays". And it can "play" in different ways depending on the design and finish. There is no possibility to experiment with the absorption / reflection ratio, because it is associated with a significant redevelopment of the room, so the designer is forced to turn to experience or take as a basis some standards, setting the musical direction of the "game". Different styles and genres of music have their own characteristics in the sound of musical instruments.

Each genre of music has its own characteristics. One of them is the sound spectra of different music groups for different styles. The spectra of several compositions of different genres were presented in the work. The compositions were studied in Adobe Audition. From the result we can conclude that music is very different not only in its emotional impact, but also in its technical characteristics.

Special studio software is used at almost all stages of creating a music track, whether it is the accumulation of content, editing and editing, compilation or mastering. Today, current hardware and software products in a modern studio are a powerful complex, working with which a knowledgeable specialist will be able to successfully implement projects of any scale, as well as quickly and efficiently solve problems of any complexity.

Special studio software is used at almost all stages of creating a music track, whether it is the accumulation of content, editing and editing, compilation or mastering.

The emergence of electromusical instruments and their improvement have become an incentive to create software interfaces that are widely used in the modern music world.

Computer technology has reached the level when it was able to fully replace high-quality and complex units of professional studios.